

LEÇONS

DE

THÉRAPEUTIQUE

Les 4 volumes des *Leçons de Thérapeutique* publiés précédemment comprennent l'ensemble des *Médications* et sont ainsi divisés :

1re Série. — Les médications. — Médication désinfectante. — Médication sthénique. — Médication antipyrétique. — Médication antiphlogistique.

2e Série. — De l'action médicamenteuse. — Médication antihydropique. — Médication hémostatique. — Médication reconstituante. — Médication de l'anémie. — Médication du diabète sucré. — Médication de l'obésité. — Médication de la douleur.

3e Série. — Médication de la douleur (*suite*). — Médication hypnotique. — Médication stupéfiante. — Médication antispasmodique. — Médication excitatrice de la sensibilité. — Médication hypercinétique. — Médication de la kinésitaraxie cardiaque. — Médication de l'ataxie et de la neurasthénie cardiaque.

4e Série. — Médication antidyspeptique. — Médication antidyspnéique. — Médication de la toux. — Médication expectorante. — Médication de l'albuminurie. — Médication de l'urémie. — Médication antisudorale.

Tous les volumes sont vendus séparément.

Les trois premiers volumes sont vendus chacun...... **8** fr. »
Le quatrième est vendu........................... **12** fr. »

5614-93. — Corbeil. Imprimerie Éd. Crété

LEÇONS

DE

THÉRAPEUTIQUE

PAR

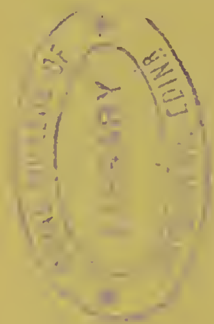
GEORGES HAYEM

PROFESSEUR DE CLINIQUE MÉDICALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS
MÉDECIN DE L'HOPITAL SAINT-ANTOINE
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

LES AGENTS PHYSIQUES ET NATURELS

AGENTS THERMIQUES. — ÉLECTRICITÉ
MODIFICATIONS DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE
CLIMATS ET EAUX MINÉRALES

Avec 130 figures et 1 carte des eaux minérales et stations climatériques



PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, boulevard Saint-Germain, 120

1894

AVANT-PROPOS

Le *Cours de thérapeutique* que j'ai professé à la Faculté de Médecine comprend deux parties essentielles : les médications et les traitements. La première partie a été complètement publiée et j'espère pouvoir livrer la seconde à l'impression dans un délai rapproché. Une troisième partie sert de complément indispensable aux deux autres; c'est celle que j'ai consacrée à l'étude des agents physiques et naturels. De nombreux élèves m'ont prié d'en faire l'objet d'un volume. Comme mon dernier cours (semestre d'hiver 1892-1893) a porté sur ce sujet, je me suis imposé l'effort de répondre au désir qu'ils m'ont exprimé.

Un livre destiné à l'instruction des élèves n'a pas nécessairement besoin d'être original pour être utile. Quand on fait un cours complet sur une matière aussi étendue que la pharmacodynamique et la thérapeutique, une assez grande part du travail est œuvre de vulgarisation et de critique. Dans mes précédentes leçons j'ai pu développer maintes fois des vues personnelles, résumer divers points que j'avais étudiés d'une manière particulière. En abordant des questions

spéciales, comme je le fais dans le volume que je présente aujourd'hui au public médical, je devais surtout chercher à résumer l'état de nos connaissances, travail pénible et qui n'a pas laissé de me demander beaucoup de temps.

Je ne regretterai ni ma peine, ni mon temps, si j'ai réussi à faire acquérir à mes lecteurs des notions suffisantes sur des moyens thérapeutiques de premier ordre dont l'étude est généralement trop négligée par les étudiants, même par ceux qui sont travailleurs.

Les médecins ne savent pas assez utiliser les importantes ressources qui leur sont offertes par l'emploi des agents physiques, ainsi que par les climats et les eaux minérales.

A notre époque où les affections chroniques sont si répandues, où l'on vit plus vieux, mais plus péniblement, plus pathologiquement, les médicaments proprement dits doivent céder le pas, dans un très grand nombre de circonstances, à des pratiques capables de modifier la nutrition générale et de régulariser les réactions nerveuses. Si l'on néglige souvent de recourir à ces pratiques ou si l'on s'en sert mal, cela tient en partie à la difficulté qu'éprouvent les élèves à en faire l'étude. Dans le cours de mon enseignement, j'ai traité ce sujet à trois reprises différentes ; mais je ne crois pas que mes prédécesseurs aient attaché autant d'importance que moi à cette partie de leur programme. J'aurais pu comme eux, renvoyer les élèves aux nombreux traités spéciaux. Il m'a paru préférable de leur présenter un résumé relativement succinct de publications tellement

étendues que les principales constituent dans leur ensemble une véritable bibliothèque.

J'ai trouvé dans ces publications des matériaux qui m'ont été précieux et je tiens à signaler celles où j'ai puisé le plus largement.

Pour l'étude des agents thermiques, j'ai utilisé surtout les travaux français de Fleury, Beni Barde, des frères Delmas, et le savant ouvrage allemand de Winternitz. Les publications d'Aubert, de Couette, de Bottey, etc., m'ont également fourni des documents intéressants.

Je me suis efforcé de présenter l'étude de l'agent électrique d'une manière pratique, tout en faisant la part des données scientifiques. Sur ce point j'ai particulièrement consulté les publications françaises de Duchenne (de Boulogne), Tripier, Legros et Onimus, Gariel et les recherches plus récentes de Boudet de Pâris et de d'Arsonval. J'ai tenu également compte des importantes publications allemandes de Remak, Erb, von Ziemssen, Benedikt, Lewandowski, etc.

L'étude de l'aérothérapie, bien qu'elle soit d'origine française, ne peut guère être faite qu'à l'aide des matériaux publiés par les auteurs étrangers. A cet égard, j'ai mis surtout à contribution les travaux de von Vivenot et le traité d'Œrtel. De même, pour les climats, ce sont encore presque uniquement des médecins étrangers qui m'ont servi de guide : Lombard (de Genève), H. Weber et Lindslay.

Pour l'étude des eaux minérales, je dois citer en première ligne l'ouvrage devenu classique de Durand-

Fardel. Je signalerai aussi, comme étant d'une lecture très fructueuse, quelques autres traités, notamment les ouvrages français de Rotureau et de Le Bret et l'ouvrage allemand de Leichtenstern. Mais j'ai dû compulser, en outre, une quantité innombrable de mémoires et de brochures où l'on trouve parfois, au milieu de redites inutiles ou d'assertions sans preuves, des renseignements d'une réelle valeur.

LEÇONS

DE

THÉRAPEUTIQUE

PREMIÈRE LEÇON

ÉTUDE DES AGENTS THERMIQUES

Vues générales sur le mode d'action des moyens physiques. — Des AGENTS THERMIQUES. — Caractères de ces agents. — Vues générales touchant leur mode d'action.

MESSIEURS,

Moyens physiques.

Le cours de cette année sera consacré à l'étude des agents physiques (agents thermiques, électricité, modifications de la pression atmosphérique produites par les appareils à air comprimé et raréfié), des climats et des eaux minérales, c'est-à-dire des moyens qui interviennent d'une manière plus particulière dans le traitement toujours long et difficile des maladies dites chroniques. Ce sujet présente incontestablement une importance pratique de premier ordre et vous n'aurez pas à regretter, je l'espère, de m'y voir employer un semestre tout entier.

Malgré la richesse chaque jour croissante de la matière médicale et l'apparition d'un nombre presque incalculable aujourd'hui de médicaments nouveaux, les modificateurs dits de l'hygiène, c'est-à-dire les sti-

mulants habituels de l'organisme et les eaux minérales, ces médicaments complexes, préparés mystérieusement dans l'épaisseur de l'écorce terrestre, représentent néanmoins les moyens d'action les plus utiles que nous puissions mettre en œuvre en maintes circonstances. A part les cas où il s'agit de produire un effet rapide pour écarter un danger imminent, les agents physiques occupent, d'une manière générale, en pharmacothérapie, un rang supérieur aux médicaments proprement dits. Et même, dans des cas de ce genre, par exemple dans l'hyperthermie des infectieuses fébriles, sont-ils souvent plus efficaces que les agents médicamenteux.

L'enseignement de cette année sera presque exclusivement pharmacodynamique. Je dois m'efforcer de vous faire connaître les phénomènes physiologiques suscités par les moyens dont nous avons à nous occuper, afin de nous permettre de faire une application judicieuse de ces procédés d'action.

D'après le plan que je me suis tracé, leur emploi thérapeutique vient à sa place à propos des médications et des traitements. Il en est inséparable, et tous les détails de cet ordre, dans lesquels je pourrais entrer cette année, ne seraient que des redites.

Vous remarquerez que dans mes leçons sur les médications, actuellement terminées, les agents physiques et les eaux minérales occupent une grande place. Il n'est pas une seule médication où ils ne puissent intervenir.

Or, tandis qu'il est facile de rattacher l'étude pharmacologique d'un médicament donné à une ou tout au plus à deux médications où ce médicament est tout particulièrement indiqué, on peut dire que la description

des effets physiologiques des agents physiques et des eaux minérales ressortit en quelque sorte à toutes les médications, à tous les traitements. Elle n'a de place marquée nulle part. Il est donc nécessaire d'en faire l'objet d'une étude spéciale qui servira de complément au cours que je consacre aux médications et aux traitements.

Nous avons à nous occuper tout d'abord des agents thermiques. Mais, avant d'entrer dans la partie descriptive de notre sujet, permettez-moi de vous présenter quelques vues générales sur le mode d'action des agents physiques.

Les nombreux moyens dont dispose le thérapeutiste, considérés en eux-mêmes, peuvent être divisés en trois groupes : moyens moraux ou psychiques, agents chimiques, agents physiques.

Quand on obtient une modification dans l'état pathologique d'un malade en s'adressant à son intelligence, à son imagination, à ses sentiments, soit par la parole, soit par certains actes, on emploie ce qu'on peut appeler les moyens moraux ou psychiques. Ceux-ci ont pris, dans ces dernières années, une certaine extension en raison de l'intervention d'un moyen thérapeutique déjà fort ancien, mais que l'on a voulu régulariser. Je fais allusion à la suggestion, soit à l'état de veille, soit pendant le cours du sommeil hypnotique.

Les corps qui interviennent dans les actions thérapeutiques par leur masse pondérable et en raison de leur constitution moléculaire, qualitative, représentent les agents chimiques.

En troisième lieu, les moyens utilisés sont dits physiques lorsque les actions suscitées dans l'orga-

nisme résultent de la mise en œuvre des propriétés communes de la matière, c'est-à-dire des diverses formes de l'énergie : chaleur, vibrations mécaniques, électricité, lumière.

Tous les remèdes, tous les médicaments, tous les moyens susceptibles de provoquer une action thérapeutique entrent dans l'un ou l'autre de ces groupes. Cette classification, très générale, les comprend tous.

Cela posé, il n'est pas sans intérêt d'examiner maintenant si les effets produits dans l'organisme par les moyens de ces divers ordres offrent des particularités en rapport avec la nature de ces moyens.

Envisageons en premier lieu à cet égard les agents psychiques.

On a de tout temps reconnu l'influence puissante exercée sur les grandes fonctions par les impressions sensorielles et morales. Cabanis a publié sur ce sujet un livre resté célèbre et nombre de médecins et de philosophes ont reconnu les liens étroits et réciproques qui unissent le physique et le moral, la vie végétative et la vie de relation.

La physiologie moderne nous a permis de rattacher les perturbations fonctionnelles qui prennent naissance sous l'influence de ce qu'on entend par « le moral » à la théorie générale des actes réflexes.

Les émotions, les excitations des sens spéciaux retentissent par l'intermédiaire du système nerveux sur le cœur, sur la respiration, sur les sécrétions, sur la répartition du sang, sur l'état cérébral lui-même, et jusque sur la nutrition générale.

Les actions de cet ordre sont capables, dans certains cas, de provoquer de profondes perturbations : palpi-

tations cardiaques, syncope, troubles vaso-moteurs, diaphorèse, arrêt des digestions, etc.

Ces faits sont trop connus pour qu'il soit nécessaire d'y insister longuement. Très évidemment les moyens moraux doivent être considérés comme des excitants du système nerveux, des procédés mettant en jeu les propriétés multiples de ce système et par suite susceptibles de faire naître des phénomènes variés dans la sphère des fonctions dites végétatives.

Les agents chimiques, après avoir pénétré dans l'organisme, produisent des effets proportionnels à leur masse (dose) et résultant de leurs qualités organoleptiques. Quelques-uns d'entre eux exercent sur les éléments anatomiques une action chimique incontestable. Nous pouvons citer ici la fixation du fer par les albuminoïdes du globule rouge pour constituer l'hémoglobine. Mais un grand nombre d'autres, parmi lesquels on compte les plus actifs, provoquent des effets qui dépendent essentiellement des propriétés spécifiques des éléments anatomiques avec lesquels ils entrent en relation. C'est ce genre d'action que Cl. Bernard a si bien décrit sous le nom d'action médicamenteuse élective.

Beaucoup d'alcaloïdes à effets puissants traversent l'organisme sans s'y fixer et peuvent être éliminés en nature, sans subir dans ce transport à travers les éléments anatomiques la moindre modification. La strychnine, le curare et d'autres substances toxiques du même genre se comportent ainsi. Gubler désignait improprement ces médicaments sous le nom de *dynamophores* ou *dynamogènes*. Ils ont pour caractères communs de déterminer des perturbations fonctionnelles considérables et même la mort à des doses

extrêmement faibles. On peut admettre qu'ils impressionnent les éléments anatomiques en raison de leurs qualités chimiques. Ce qui est certain, c'est que leur contact avec le protoplasma cellulaire actionne, d'une manière remarquablement énergique, certains éléments anatomiques, et en particulier, ceux du système nerveux.

Ces éléments sont d'abord excités, puis paralysés, parfois paralysés d'emblée. Aussi les phénomènes produits sont-ils très manifestes et énergiques. Mais l'énergie dépensée ne provient pas des agents employés, comme pourrait le faire croire l'expression de Gubler ; elle est le résultat de la mise en œuvre des propriétés physiologiques des éléments affectés.

Les agents physiques peuvent déterminer des phénomènes analogues. Les phénomènes dits physiques sont communs aux corps bruts et aux êtres organisés. Lorsque les transmetteurs de la force physique à laquelle on a donné le nom générique d'*énergie* actionnent les diverses parties de l'organisme, ils y suscitent des modifications de même nature et obéissant aux mêmes lois générales, c'est-à-dire qu'ils y font naître des manifestations de chaleur, de mouvement, d'électricité, des modifications chimiques, en un mot des vibrations de la matière, analogues à celles qu'on observe dans les corps non organisés.

Mais ces faits d'ordre physique ne constituent pas, pour les physiologistes et les médecins, les plus importants à considérer. Corrélativement à ces modifications d'ordre physique, les cellules vivantes sont mises en activité et manifestent leur propriétés physiologiques spécifiques. En d'autres termes, les diverses formes de l'énergie physique sont avant tout des moyens d'exci-

tation physiologique, et c'est à ce point de vue surtout qu'elles doivent être envisagées.

Ces considérations nous conduisent à conclure qu'il n'existe pas de rapport nécessaire entre la nature variable de nos moyens d'action et les actes suscités dans l'économie. Quelle que soit la nature de ces moyens, les actes dépendent de la spécificité et du nombre des éléments influencés : ce sont des réactions physiologiques.

Tous les phénomènes qui ont pour théâtre les êtres organisés, que leur point de départ réside dans une variation de l'état physique ou dans une modification chimique, sont d'ordre physiologique. Lorsqu'on parle d'actions morales, physiques ou chimiques, on confond la nature des moyens avec celle des phénomènes que ceux-ci ont fait naître. Il n'y a et il ne peut y avoir, lorsque l'organisme réagit, que des actions physiologiques. Celles-ci dépendent donc essentiellement des qualités spécifiques des éléments vivants sur lesquels ont porté l'excitation. Des stimulants de nature variable peuvent ainsi donner lieu à un même genre de réaction apparente.

Si maintenant vous vouliez savoir par quel mécanisme les modificateurs de divers genres mettent en œuvre les propriétés des éléments anatomiques, soit en les excitant, soit en les annihilant plus ou moins complètement; quel est le rapport entre les modifications physico-chimiques des cellules et les manifestations dites physiologiques, je vous ferais remarquer que pour résoudre de telles questions, il faudrait savoir ce qu'est la vie.

Dans les cellules vivantes, d'une organisation moléculaire et chimique complexe, il se produit, d'une ma-

nière constante, des changements d'ordre physique et chimique et on peut prétendre que les excitants de leurs propriétés physiologiques amènent dans leur état physico-chimique des variations soumises aux lois générales des phénomènes étudiés en physique et en chimie ; que, sans doute, ces variations affectent un rapport étroit avec ce que nous entendons par réaction physiologique. Mais ni les fluctuations de l'état physique, ni les variations de la constitution chimique de la cellule vivante ne sont capables d'expliquer pourquoi et comment celle-ci réagit à sa manière en manifestant ses propriétés physiologiques spécifiques. En d'autres termes, la nature intime des phénomènes physiologiques nous est inconnue et nous devons limiter nos efforts, ainsi que Cl. Bernard l'a si parfaitement compris, à la détermination des phénomènes et des conditions de leur production.

Ne sommes-nous pas d'ailleurs dans le même état d'ignorance en ce qui touche la nature intime des phénomènes physiques et chimiques ?

De jour en jour, au fur et à mesure que nos connaissances scientifiques s'étendent, nous parvenons à déterminer avec plus de précision les conditions des réactions physiologiques. Nous ne pouvons pas espérer aller au delà.

Dans l'étude des agents physiques, nous aurons donc à considérer, tout comme dans celle des agents médicamenteux, la mise en jeu, à l'aide d'un certain genre d'excitants, des propriétés physiologiques des éléments vivants.

Ces agents affectent particulièrement les nerfs, les muscles, les vaisseaux périphériques ; par l'intermédiaire du système nerveux ils modifient la circulation

et la répartition du sang, la respiration, la thermogenèse et par suite la nutrition générale. Leurs effets sont donc d'une grande puissance. Ce sont d'ailleurs des excitants naturels sans l'intervention desquels la vie ne tarderait pas à se suspendre.

DES AGENTS THERMIQUES.

Caractères des agents thermiques.

En thérapeutique on donne le nom d'agents thermiques aux divers transmetteurs d'une force physique dont la mesure nous est donnée par la température.

Les corps qui se touchent tendent à se mettre en équilibre de température suivant des lois qui sont les mêmes pour les corps bruts et pour les corps organisés. Mais ces derniers se distinguent essentiellement des autres par ce fait qu'ils ne peuvent conserver leur vitalité que dans des conditions bien déterminées de température propre et par la propriété qu'ils possèdent de pouvoir lutter contre les causes qui tendent à troubler ces conditions.

Vous savez que les tissus organisés sont détruits par les températures extrêmes. Le chaud et le froid peuvent, par suite, intervenir, lorsqu'ils sont employés à un degré suffisant, dans certaines pratiques thérapeutiques : anesthésie locale ou applications révulsives à l'aide du froid, cautérisation à l'aide du chaud.

Nous n'aurons à nous occuper que des variations thermiques relativement modérées qui interviennent dans les procédés de la balnéothérapie et de l'hydrothérapie.

L'homme étant un animal à température constante et à peau nue est d'une extrême sensibilité aux agents thermiques, alors même que ceux-ci se trouvent à

une température voisine de celle du point touché.

Il réagit déjà sous l'influence d'applications limitées, partielles, et, par conséquent, d'une manière très accentuée lorsque les applications sont générales.

Aussi les effets produits par les agents thermiques d'intensité moyenne sont-ils chez lui très notables.

Mode d'action. Je dois vous les représenter dès l'abord comme complexes et d'une analyse délicate et vous prévenir qu'il sera nécessaire, pour les comprendre, d'avoir présentes à l'esprit certaines données physiologiques qu'il serait hors de propos de développer devant vous en détail, notamment celles qui se rapportent à la question de la régulation thermique. Cependant, avant d'en entreprendre la description, je vous présenterai un tableau sommaire des mécanismes physiologiques mis en œuvre par l'excitation thermique considérée en général.

Lorsqu'un élément anatomique entre en contact avec un corps dont la température est différente de la sienne, il subit de sa part, et en raison de ce fait seul, une excitation.

Ce mode d'excitation est soumis à la loi générale de l'*état variable* ou mieux des *variations brusques*, loi que nous verrons reparaître à propos du mode d'action des autres agents physiques, de l'électricité par exemple. Cette loi est la suivante :

L'excitation, ou, pour parler plus correctement, la réaction physiologique, est d'autant plus forte que l'action physique est plus intense ou plus brusque dans son mode d'application.

Prenons comme exemple l'excitation d'un nerf à l'aide d'un corps de température différente.

Si l'on refroidit ou si l'on échauffe un nerf moteur mis à nu, d'une manière lente et très progressive, on

peut arriver à le désorganiser, à le détruire, sans faire naître une réaction, c'est-à-dire sans provoquer une secousse musculaire. Au contraire, vient-on à diriger brusquement sur un nerf un souffle d'air froid ou d'air chaud, immédiatement une secousse musculaire apparaît par suite de l'excitation du nerf.

Des expériences d'une grande simplicité établissent que toute cellule vivante répond aux excitations thermiques. La contractilité du protoplasma qui se manifeste dans les leucocytes par les phénomènes connus sous le nom de mouvements amœboïdes devient plus active à une certaine température voisine et un peu supérieure à celle de l'animal; elle diminue ou s'éteint à une température basse. Les mouvements des cils vibratiles se comportent de la même manière sous l'influence des variations de température.

Les physiologistes ont étudié avec quelque détail les modifications de l'excitabilité des nerfs et des muscles soumis à des changements de température. Ils ont vu qu'elles sont sous la dépendance d'une loi générale, car on retrouve les mêmes faits chez les animaux à température variable que chez ceux dont la température est constante.

Rappelez-vous l'expérience de Whytt sur le cœur de la grenouille. Plongé dans une eau de source froide, cet organe, après s'être contracté de plus en plus lentement, cesse de battre au bout de 17 minutes et à ce moment il a perdu son impressionnabilité aux excitants mécaniques. Au contraire, dans une atmosphère chaude et sèche, il présente des battements deux fois plus nombreux que lorsqu'il est immergé dans l'eau froide.

Chez les animaux à sang chaud, la température du

milieu intérieur est à peu près constante et il existe tout un mécanisme complexe, destiné à maintenir cet état qui doit être regardé comme une des conditions essentielles du maintien des propriétés physiologiques des éléments anatomiques, c'est-à-dire de la vie. De là découle l'extrême sensibilité de ces animaux à toutes les causes qui tendent à changer cette condition de leur existence, la puissance de réaction qu'ils possèdent en face des agressions des agents thermiques. C'est précisément la mise en œuvre des mécanismes physiologiques destinés à assurer la constance de la température propre de l'organisme qui est, en quelque sorte, la caractéristique du mode d'action des agents thermiques. Sans cette particularité, ces agents ne se distingueraient pas nettement, au point de vue physiologique, des autres excitants physiques.

Dans les applications faites dans un but thérapeutique, les agents thermiques impressionnent surtout les nerfs sensibles de la peau. Souvent ces applications sont combinées avec d'autres modes d'excitation, tels que ceux qui résultent de la percussion ou des frictions (excitations mécaniques), c'est-à-dire avec des procédés qui actionnent également les nerfs sensibles cutanés.

Les pratiques de la balnéothérapie et de l'hydrothérapie offrent donc une parenté évidente avec les procédés dits de *révulsion*. Cela signifie, en langage physiologique, qu'elles sont au nombre des moyens d'excitation des surfaces (peau ou muqueuses), capables de provoquer, par l'intermédiaire du système nerveux, des effets réflexes localisés ou éloignés.

On a démontré, en effet, que toutes les excitations périphériques plus ou moins douloureuses déterminent

par voie réflexe un ensemble assez complexe de phénomènes qui répond à ce que l'on appelait autrefois la révulsion. (Voir *Médicat. antiphlogistique.*) Ces phénomènes consistent surtout en troubles vaso-moteurs, bien étudiés par un grand nombre de physiologistes et d'expérimentateurs et tout récemment encore par Fr. Franck. Il résulte de ce mécanisme réflexe des effets locaux et des effets à distance se traduisant par des modifications dans la répartition du sang et dans les circulations locales, dans la pression du sang, dans les phénomènes d'osmose et d'exosmose, dans les sécrétions (urinaire, sudorale). A ces effets s'ajoutent un retentissement sur les centres respiratoires, sur les pneumogastriques et même des variations de température.

Mais dans les conditions habituelles, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit d'excitations purement mécaniques, les variations de la température sont presque toujours localisées et sous la dépendance exclusive des modifications dans la répartition du sang.

(Je n'envisage pas ici le cas de provocation d'une douleur excessive qui agit peut-être sur le processus de la thermogenèse.)

Les excitations thermiques résultant de l'intervention de nos moyens thérapeutiques déterminent tous ces effets communs aux excitations cutanées douloureuses. Mais elles présentent, de plus, un caractère propre, découlant directement des qualités physiques des agents thermiques. En même temps que les nerfs sensibles sont impressionnés, ces agents apportent ou, au contraire, soustraient une certaine quantité de calorique à l'économie et ils se distinguent ainsi nettement des autres excitants périphériques.

En un mot, ce sont les seuls qui influencent la thermogenèse par soustraction ou addition de calorique à l'organisme. La caractéristique de l'excitation thermique est donc de mettre en œuvre les mécanismes physiologiques destinés à maintenir la constance de la température animale.

Les agents thermiques sont, en conséquence, propres à exercer une puissante action sur les centres nerveux. Aux phénomènes qui peuvent être relevés expérimentalement et que nous aurons bientôt à décrire, s'en ajoutent d'autres qui, jusqu'à présent, ne nous sont connus que par l'observation des malades. Ces phénomènes n'en ont pas moins pour cela une grande importance. Ils consistent en un relèvement ou, au contraire, en une dépression plus ou moins marquée de l'action nerveuse. Ces résultats opposés des applications thermiques ont été désignés par les expressions d'effet *excitant*, *tonique*, ou *dépressif*, *sédatif*. Peut-être trouvent-ils une explication physiologique dans les phénomènes que Brown-Séquard nous a fait connaître sous le nom d'action dynamogénique.

En général, ce sont les applications froides qui sont toniques, dynamogéniques. Les applications modérément chaudes, mais suffisamment prolongées sont, au contraire, sédatives ou même déprimantes.

DEUXIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE)

Conditions générales dans lesquelles se produisent les actions thermiques. — Description des phénomènes produits par les applications froides : I. *Effets produits pendant la durée des applications :* A. *Effets locaux.* Mécanisme de ces effets.

Messieurs,

Avant d'entreprendre la description assez complexe des phénomènes produits par les divers procédés de réfrigération ou de calorification, nous devons compléter les considérations générales qui ont fait l'objet de la précédente leçon, en indiquant sommairement les conditions dans lesquelles se produisent les phénomènes dus à l'intervention des agents thermiques. Conditions d'action des agents thermiques.

Ces phénomènes dépendent, d'une part, des qualités physiques des agents utilisés ; de l'autre, des conditions relatives à l'individu. La *température* est la qualité la plus importante des moyens propres à produire une action thermique, celle qu'il faut envisager en premier lieu. Qualités des agents thermiques.

Au point de vue physiologique, la température des objets extérieurs n'est froide ou chaude que d'une manière relative. Il faut que les extrémités nerveuses soient impressionnées pour que nous percevions cette qualité des corps représentée par le degré thermique ; elles ne peuvent l'être que par le contact médiat avec des corps Température.

ayant une température supérieure ou inférieure à celle du milieu dans lequel viennent se perdre les extrémités des nerfs.

Certaines parties du corps restant à l'air et d'autres étant recouvertes par les vêtements qui entretiennent à leur niveau une température supérieure à celle de l'air, le même corps pourra paraître froid ou chaud suivant le point où il sera mis en contact. Il est important de rappeler, à cet égard, que l'homme civilisé s'est créé un milieu thermique artificiel à l'aide de ses vêtements et qu'il s'est ainsi singulièrement simplifié la lutte à soutenir contre les agents extérieurs. Ce milieu thermique que les auteurs allemands désignent par l'expression très significative de « *Privatclima* » est à une température sensiblement constante, bien qu'elle soit un peu inférieure au niveau des membres qu'à la partie moyenne du corps.

Winternitz a trouvé comme température sous les vêtements au niveau du tronc 32°. Nous entretenons cette constance de température au moment des changements de saisons ou de climat par les modifications que nous apportons dans la manière de nous vêtir, en nous laissant guider par nos sensations.

D'autre part, nous changeons inconsciemment notre nourriture de manière à augmenter ou à diminuer la production de chaleur intra-organique suivant les besoins.

Il résulte de cette constance de température du milieu qui enveloppe la surface du corps que les agents destinés à transmettre les impressions de froid ou de chaud doivent être à une température notablement différentes de celle du *Privatclima*. Ils doivent donc, d'une manière générale, avoir une température supérieure ou inférieure à 32°.

Mais il suffit qu'ils soient en contact avec un point ayant une température différente de la leur pour qu'ils puissent agir en vertu de leurs qualités physiques et apporter ou soustraire de la chaleur.

Dans cet échange interviennent deux facteurs principaux : la capacité calorifique et le pouvoir d'absorption pour la chaleur.

Vous savez que la capacité calorifique d'un corps est la quantité de chaleur qu'absorbe 1 kilogramme de ce corps lorsque sa température s'élève d'un degré. Le pouvoir d'absorption est la facilité plus ou moins grande d'un corps à s'échauffer.

Les agents thermiques étant représentés surtout par l'air et par l'eau, il importe de se rappeler que la capacité calorifique et le pouvoir absorbant de l'air sont très inférieurs à ceux de l'eau.

Il en résulte qu'on supporte beaucoup mieux et plus longtemps les variations de température dans l'air que dans l'eau.

Le corps étant nu, on peut rester presque indéfiniment dans un air à 25°. Au contraire, dans un bain d'une température de 25° on éprouve immédiatement une sensation de froid et bientôt on est pris de frisson.

Il faut que le bain ait de 32 à 35° pour que les conditions soient à peu près équivalentes à celles de l'immersion dans un air à 25°.

Inversement, pour les mêmes raisons d'ordre physique, un bain à 37° est plus chaud et plus excitant qu'une atmosphère à la même température.

En somme les bains d'eau sont beaucoup plus actifs que les bains d'air.

Ces données générales permettent de préciser les qualités thermiques des moyens utilisés.

Quand on emploie l'eau, qui est l'agent thermique par excellence, il faut distinguer les projections en gouttelettes, qui mouillent partiellement et représentent une faible masse, et les immersions proprement dites où tout concourt à favoriser la réfrigération ou l'échauffement du corps.

Un bain est tiède ou tempéré, on a dit aussi indifférent, mais il n'y a pas de moyens absolument inactifs, quand l'eau est à la température moyenne de la zone externe ou cutanée.

Vous devez savoir que, relativement à la répartition de la température dans les différents points du corps, on admet pratiquement, avec Rosenthal, l'existence de trois zones : l'externe, celle des téguments ; l'interne, répondant à la température du sang, donnée par celle des cavités closes (vagin, rectum) ; l'intermédiaire, correspondant à la couche musculaire et dont la température est indiquée par celle du creux axillaire.

Dans nos climats et avec nos habitudes, la périphérie du corps est à la température moyenne de 32 à 33°.

Voilà pourquoi, d'après les estimations de Poitevin, de Maquart, etc., la température du bain tempéré est de 32 à 34°.

Dès que la température du bain descend à 30°, on entre dans la catégorie des bains froids. Pour beaucoup d'auteurs le bain est dit simplement frais lorsque l'eau est à la température de 30 à 25°. Mais un tel bain est déjà à tous égards un bain froid.

Le bain froid proprement dit, typique, est le bain à 20° (Liebermeister).

Les bains chauds sont ceux qui ont de 35 à 40°.

Cette dernière température est rarement dépassée ;

une température supérieure à 40° serait insupportable et dangereuse.

Pour les douches, les estimations varient avec les auteurs. Mentionnons celles de Fleury, légèrement modifiées par Beni-Barde.

Douche	très froide	8 à 12 degrés.
—	froide	12 à 16 —
—	fraîche	16 à 20 —
—	dégourdie	20 à 26 —
—	tempérée	26 à 30 —
—	chaude	30 à 40 —
—	très chaude	40° et au-dessus.

De même que pour le bain, la température de 40° est rarement dépassée. Mais on voit que l'eau peut être employée plus froide que pour le bain. Remarquez d'ailleurs que pour la douche la masse d'eau mise en contact avec la surface du corps est moins considérable et que, d'autre part, les effets de percussion viennent faciliter la réaction organique; que, de plus, la durée de l'application d'une douche est relativement courte et d'autant plus courte, vous le verrez, que l'eau employée est plus froide.

Pour les applications partielles, c'est-à-dire pour celles qui couvrent de petites surfaces, on peut encore abaisser la température, et se servir à cet effet de glace pilée, renfermée dans un sac.

Les bains d'air chaud sont divisés en bains d'air humide ou de vapeur dont la température varie entre 37° et 50° et en bain d'air sec ou d'étuve où l'on entretient une température d'au moins 50°, s'élevant jusqu'à 75° et même au delà.

Il faut encore tenir compte du mode d'application des moyens. **Mode d'application.**

Les effets produits par un même agent, possédant

une température déterminée, sont en rapport avec l'étendue de la surface d'application et avec la durée de cette application.

Les applications partielles, limitées à une partie de la surface du corps, déterminent des effets locaux et un certain nombre d'effets à distance. Elles ne produisent pas d'effets généraux. Les applications générales sont les seules capables d'impressionner d'une manière notable le mécanisme de la thermogenèse.

Quant à la durée des applications, elle représente un facteur important dont nous aurons à nous occuper à propos de la description des divers moyens.

Conditions relatives à l'individu.

Les conditions relatives à l'individu, tout en étant nécessairement assez variables, peuvent se prêter à quelques observations d'une portée générale.

Même chez l'homme sain, on constate des différences individuelles sensibles relativement à l'impressionnabilité aux agents thermiques, qu'il s'agisse d'applications froides ou d'applications chaudes.

Ces différences dépendent de l'état de la circulation cutanée, de l'activité plus ou moins grande de la perspiration et de la sécrétion sudorale, de l'impressionnabilité nerveuse. Elles sont souvent aussi la conséquence d'habitudes prises dès l'enfance. Vous savez qu'en Angleterre, par exemple, on recourt, dès le jeune âge, à l'emploi des affusions froides (*tub*) et que l'on émousse ainsi la sensibilité de la peau au contact des corps froids. Plus grande encore sont les variations qui peuvent être observées à cet égard chez les malades. Certains états morbides augmentent dans une large mesure les effets produits par les agents thermiques.

On peut parvenir, à l'aide de certains procédés, à mo-

difier notablement la réceptivité organique et à préparer, en quelque sorte, les sujets à l'emploi des moyens utiles.

Les procédés mixtes ou combinés, les excitations mécaniques, l'emploi alternatif des applications chaudes et froides font varier l'intensité de l'excitation et les réactions consécutives. De sorte qu'il existe un véritable art d'appliquer les différents moyens suivant les nombreuses circonstances de la pratique, art qui repose évidemment sur des connaissances scientifiques d'une certaine précision, mais qui s'acquiert surtout par expérience.

Abordons maintenant la description des phénomènes produits par les applications thermiques.

En s'appuyant sur certaines raisons physiologiques et en s'inquiétant d'éviter quelques redites, on pourrait décrire simultanément les effets produits par les applications chaudes et par les applications froides. Je ne suivrai pas cette méthode.

Effets des applications froides.

L'emploi de l'eau froide est la base de l'hydrothérapie. Il me paraît indispensable de vous présenter un tableau aussi net que possible des effets des applications froides, de manière qu'il ne puisse y avoir dans votre esprit aucune confusion entre l'hydrothérapie proprement dite et l'emploi du calorique, ce qui arriverait à peu près à coup sûr si nous embrassions dans une description commune tous les phénomènes produits par les applications hydrothérapiques, qu'elles soient chaudes ou froides.

Nous diviserons ce sujet complexe en deux grandes parties : description générale des applications froides ; description des procédés particuliers.

Toute application thermique (chaude ou froide) produit des phénomènes immédiats, évoluant pendant la durée même de l'application et des effets secondaires, consécutifs, qui suivent la période d'application.

Nous trouvons dans cette particularité la base d'une division importante et nous allons nous occuper tout d'abord des effets contemporains de la période d'application des moyens.

Ces effets doivent être eux-mêmes distingués en effets locaux et en effets éloignés ou à distance.

Application limitée.

Nous supposerons tout d'abord une application froide faite sur une partie limitée du corps.

Les sensations de froid ou de chaud perçues au niveau des points touchés sont des sensations spécifiques. Les physiologistes admettent qu'elles sont distinctes des autres modes de sensibilité cutanée. On a trouvé. en effet, des points de la peau sensibles au chaud ou au froid et insensibles au contact ou à la douleur. Ce sont les points thermiques de Blix, de Goldscheider. L'appareil nerveux du sens thermique serait double; certaines extrémités nerveuses seraient sensibles seulement à la chaleur; d'autres au froid (points calorifiques, points frigorifiques).

Les impressions de froid seraient transmises jusqu'au cerveau par les cordons postérieurs de la moelle, de même que les impressions tactiles ; les sensations de chaud et celles de douleur passeraient, au contraire, par les cordons antérieurs (Herzen).

Ces données ne sont peut-être pas encore rigoureusement établies. Toujours est-il que les nerfs de la peau de l'homme sont d'une grande sensibilité aux variations de température et que les excitations nées sous

cette influence remontent jusque dans les centres nerveux.

Le froid intense produit l'engourdissement de la sensibilité ; c'est un des procédés de l'anesthésie locale.

Les applications froides courtes avec de l'eau à 8, 12, 24° déterminent, au contraire, une exaltation de la sensibilité, appréciable à l'aide des esthésiomètres.

Au niveau des applications froides la peau pâlit par rétrécissement des vaisseaux, puis survient le phénomène de la chair de poule dû à la constriction des fibres lisses de la peau. Ces effets se montrent avec d'autant plus de rapidité et sont d'autant plus intenses que l'excitation thermique a été plus vive.

A la périphérie, en aval du point de contact du corps froid, les artères se contractent. Leur calibre peut être réduit à la moitié, au quart ou même s'effacer complètement, ce qui explique l'action styptique du froid. Il en résulte une diminution plus ou moins notable de l'afflux sanguin.

Delmas, Winternitz l'ont mis en évidence à l'aide du sphygmographe pour des applications froides faites au niveau du bras ou de l'avant-bras. Le levier de l'instrument est d'autant moins soulevé que l'action thermique est plus intense.

Au niveau de la partie touchée la peau se refroidit; elle tend à se mettre en équilibre de température avec le corps froid qui est en contact avec elle. Mais les tissus étant mauvais conducteurs de la chaleur et les muscles sous-jacents à la peau ayant une tendance à s'hyperémier, le refroidissement reste localisé ; il ne s'étend en surface que dans une étendue très limitée et il ne pénètre à une petite profondeur qu'à la suite d'applications très froides, d'une longue durée (Es-

march, Mlle Schlikoff, G. Wertheim). Toutefois, en raison des troubles circulatoires que nous venons d'indiquer, la température s'abaisse à la superficie des régions périphériques : dans le creux de la main pendant une application glacée sur le bras ou sur l'avant-bras; sous la langue, pendant une application froide au niveau de la nuque.

En même temps et comme conséquence des mêmes phénomènes, le volume des parties périphériques diminue ainsi qu'ont pu le constater, avec des volumomètres, Fr. Franck et Winternitz.

Dans la région située en amont du point refroidi, là où le cours du sang vient buter pour ainsi dire contre un obstacle, la pression sanguine augmente, la circulation collatérale devient plus active. Il en résulte un certain degré d'hyperémie dérivative qui tend à faire monter la température. C'est ce qu'on observe, par exemple, dans l'aisselle pendant une application froide au niveau du bras, alors que la température s'abaisse, au contraire, dans le creux de la main.

Dans la pratique, il est parfois nécessaire de lutter contre l'hyperémie collatérale déterminée par les applications froides partielles, à l'aide d'autres applications froides.

Mécanisme des effets locaux.

Avant d'aller plus loin dans notre description, il est intéressant de se rendre compte du mécanisme de ces premiers effets.

Les agents thermiques actionnent, mieux peut-être que tout autre procédé d'excitation, les fonctions cutanées en faisant naître, vous venez de le voir, des troubles circulatoires qui sont sous la dépendance des nerfs vaso-moteurs.

Il importe donc d'avoir présentes à l'esprit, si vous

voulez bien comprendre les phénomènes produits au lieu d'application, aussi bien que ceux qui seront décrits plus tard, les données relatives à la physiologie de ces nerfs. Je ne puis, en effet, entrer à cet égard que dans une description sommaire.

Le mécanisme des variations circulatoires que nous avons constatées réside dans la tunique musculaire des petits vaisseaux et dans les nerfs qui règlent la contraction de ces muscles, nerfs qui, en raison de ces fonctions, ont été désignés sous le nom de vaso-moteurs.

Pendant longtemps on n'a connu que des nerfs produisant la contraction des vaisseaux : nerfs vaso-constricteurs.

Ces nerfs déterminent un état de tonus vasculaire normal.

Leur excitation produit une exagération de cet état tonique d'où résulte une diminution plus ou moins notable des artérioles. Est-il nécessaire de vous rappeler les célèbres expériences faites sur le grand sympathique cervical par Pourfour du Petit, Cl. Bernard, Brown-Séquard ? Je ne le pense pas et je me contente de vous rappeler que les fibres vaso-constrictrices, toujours unies à d'autres, émanent de centres étagés dans la moelle épinière et, en dernière analyse, d'une région limitée de la moelle allongée, soit du centre vaso-moteur de Ludwig et Thiry, centre qui est lui-même en relation avec des centres supérieurs, disséminés dans les couches corticales.

Plus tard, les physiologistes ont démontré l'existence de nerfs vaso-dilatateurs. Découverts par Cl. Bernard dans la corde du tympan, puis par Vulpian dans le lingual et dans le glosso-pharyngien, mis en évi-

dence dans d'autres régions encore, par exemple, dans les corps caverneux, où Eckhardt a établi l'existence de nerfs érecteurs, ils sont vraisemblablement répandus partout ainsi que le pensent Vulpian et Goltz.

Comme ils sont unis à d'autres fibres de fonction différente, notamment à des filets vaso-constricteurs, il règne encore une certaine obscurité sur leur mode de distribution et sur la manière dont ils actionnent les vaisseaux.

La plupart des auteurs pensent que les vaso-constricteurs exercent une action permanente et que l'excitation des vaso-dilatateurs a pour effet de suspendre leur influence. Ces derniers exerceraient donc une action neuro-paralytique ; ils produiraient, suivant Cl. Bernard, une sorte d'interférence.

L'appareil actif par sollicitation tonique représenté par les constricteurs tomberait au repos par l'intervention d'une nouvelle excitation transmise par les vaso-dilatateurs. Il s'agirait donc d'un phénomène de l'ordre des actions inhibitoires de Brown-Séquard.

Quoi qu'il en soit, la paralysie des centres d'où naissent les vaso-constricteurs a également pour résultat une vaso-dilatation. C'est ainsi que se développe, après la section transversale de la moelle épinière, la dilatation des vaisseaux des parties innervées par le tronçon inférieur de la moelle.

L'appareil vaso-moteur dont nous venons d'indiquer les principales dispositions paraît être complété par l'existence de centres périphériques situés dans la paroi même des vaisseaux et désignés par Huizingua sous le nom de centres toniques. Ces centres seraient reliés aux centres nerveux supérieurs par des filets vaso-constricteurs, plus exceptionnellement par des

fibres vaso-dilatatrices. Faisons remarquer toutefois que, malgré les recherches anatomiques et les expériences qui ont été poursuivies sur ce sujet, beaucoup d'auteurs mettent encore en doute l'existence des centres vaso-moteurs périphériques.

Les effets des variations de température sur l'appareil nerveux complexe des vaso-moteurs sont, vous le concevez, très importants à connaître pour nous. Trois hypothèses ont été mises en avant.

On peut faire intervenir soit l'activité automatique des centres vaso-constricteurs, réglés par la température du sang et des organes internes, soit l'activité réflexe de ces centres, réglée par la température des nerfs thermiques cutanés, soit, enfin et en troisième lieu, l'activité des centres périphériques ou des muscles lisses des artères, réglée par la température de la peau.

Dans les conditions où nous nous sommes placés jusqu'à présent, c'est-à-dire dans le cas d'applications froides circonscrites à une région de la peau, nous n'avons pas à faire intervenir le premier mécanisme, ces sortes d'applications ne produisant pas de modification sensible de la température du sang général.

La troisième hypothèse mérite d'être examinée. Elle est généralement admise. Cependant elle paraît jouer un rôle peu important, d'ailleurs difficile à mettre en évidence.

La section du nerf sciatique détermine, vous le savez, une vaso-dilatation du membre correspondant. Si l'on fait alors plonger la patte dans de l'eau froide, la coloration de la peau ne change pas. Mais, au bout de quelques jours, lorsque les effets de vaso-dilatation se sont atténués, l'immersion dans l'eau froide provoque

alors un changement appréciable de coloration par suite du resserrement des vaisseaux (Goltz, Fredericq). L'effet produit est toujours moins marqué que sur un membre intact. Il est assez manifeste cependant pour démontrer la réalité de la contraction des vaisseaux, soit par excitation directe des fibres lisses, soit par mise en activité des centres périphériques. Fredericq enlève sur un animal le paquet intestinal et le projette dans de l'eau froide. On voit, dans ces conditions, les artères mésentériques se contracter nettement. Le froid semble donc pouvoir accroître par action locale le tonus vasculaire, qu'il agisse sur les fibres lisses des vaisseaux ou sur les ganglions périphériques.

Mais c'est à la seconde hypothèse, celle de l'activité réflexe, réglée par la température des nerfs sensibles cutanés, que nous devons nous adresser surtout pour avoir l'explication des phénomènes que nous avons jusqu'à présent appris à connaître.

Déjà l'expérience précédente, relative aux effets du froid après section du sciatique, démontre l'intervention de phénomènes réflexes. Beaucoup d'autres plaident dans le même sens.

A cet égard, il nous suffira de citer celles qui ont été exécutées par François Franck en 1876.

Pour faire l'étude des effets produits par les applications thermiques localisées, ce physiologiste s'est servi d'un appareil analogue à celui qu'avait déjà utilisé Ch. Buisson (1852). Depuis des appareils de même genre ont été employés par Winternitz et par Mosso.

Buisson avait imaginé un bocal rempli d'eau, fermé par une membrane de caoutchouc, percée de manière à permettre de plonger la main dans le bocal. Les oscillations de l'eau du bocal étaient transmises à distance

au moyen d'un tube vertical coiffé d'un tube de caoutchouc réuni au tambour d'un levier inscripteur.

Pour perfectionner l'outillage, Fr. Franck a placé une membrane métallique rigide de manière à supprimer les oscillations de la cloison en caoutchouc et pour empêcher les oscillations propres du liquide dans le tube vertical, il a muni celui-ci d'une ampoule (fig. 1).

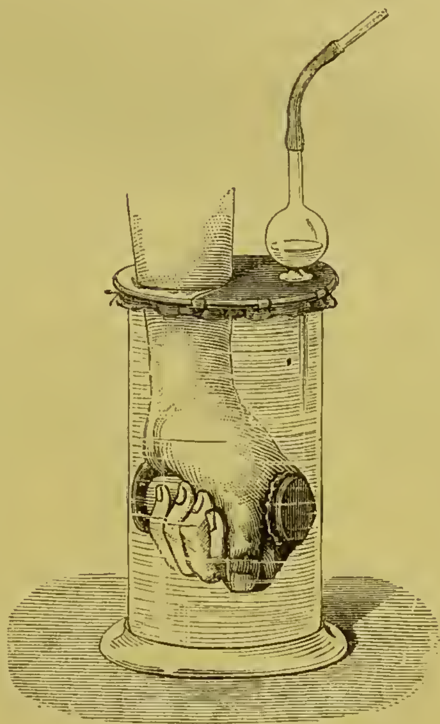


Fig. 1. — Volumomètre.

La main étant plongée dans le bocal contenant de l'eau à 18°, si l'on vient à refroidir ce milieu en faisant couler sur le bocal de l'eau très froide, ou en entourant celui-ci d'un mélange réfrigérant, on voit se produire une diminution très nette du volume de la main.

Quel est le mécanisme de cette réduction de volume? Pour le découvrir, il était nécessaire de faire d'autres expériences. En appliquant un sac de glace sur la région antérieure et interne du pli du coude, on observe successivement, à l'aide de l'appareil inscripteur : 1° un temps perdu d'une valeur de quatre secondes; 2° une période pendant laquelle le volume de la partie immergée diminue; 3° une période de relâchement ou de retour progressif au volume initial qui, cependant, n'est pas atteint complètement.

L'effet produit ne résulte pas d'une action directe du froid sur le paquet vasculo-nerveux du pli du

coude, car l'application du sac de glace sur le côté externe donne lieu à la même succession de phénomènes.

Il s'agit donc d'une action réflexe. Et, en effet, une application passagère incapable d'influencer notablement les vaisseaux par action directe, suffit. Le temps perdu, représente, pour la majeure partie, la mise en activité des muscles vasculaires et, de plus, la transmission à travers les nerfs.

TROISIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE)

B. *Effets éloignés* produits par les applications froides : 1° Modifications dans la répartition du sang sous l'influence des applications localisées et générales ; 2° action sur la pression sanguine ; 3° action sur le cœur ; 4° sur la respiration ; 5° sur la température. — Tableau des phénomènes produits pendant la durée des applications froides.

I. *Effets secondaires* (réactionnels) : 1° phénomènes vasculaires consécutifs aux applications localisées, aux applications générales ; 2° phénomènes secondaires relatifs à la pression sanguine, au cœur, à la respiration ; 3° phénomènes secondaires relatifs aux variations de température.

Messieurs,

Effets à distance.

Le mécanisme des effets locaux produits par les applications froides étant sous la dépendance d'actes réflexes, il nous sera facile de comprendre les phénomènes à distance que ces applications sont susceptibles de déterminer, au même titre que les autres modes d'excitation cutanée.

Les premiers qui doivent fixer notre attention sont ceux qui concernent les modifications dans la répartition du sang.

Troubles circulatoires.

Toute application froide localisée, de même que toute excitation mécanique — et vous savez qu'en pratique on combine souvent les excitations mécaniques avec les thermiques — provoquent des phénomènes à distance.

Ces effets à distance apparaissent en des points plus ou moins éloignés et notamment au niveau des parties homologues ; ils sont d'autant plus étendus et généralisés que les applications sont elles-mêmes plus étendues et plus énergiques.

Le premier fait à retenir est celui de l'effet croisé. Il a été mis tout d'abord en évidence par W. Edvards. Une des mains étant plongée dans de l'eau à 0° et l'autre fermée sur un thermomètre, cet observateur vit survenir un abaissement de température mesurant jusqu'à 5° R. Tholozan et Brown-Séquard répétèrent la même expérience avec de l'eau froide et de l'eau chaude appliquées sur les membres inférieurs. Les applications froides produisirent un abaissement thermique du membre opposé ; les chaudes un effet inverse.

Plus tard, en se servant d'aiguilles thermo-électriques, Brown-Séquard et Lombard obtinrent des effets analogues à la suite d'un simple pincement de la peau. On peut rapprocher de ces expériences celles que Van der Becke Callenfels fit sur les oreilles du lapin dans le but de démontrer l'association bilatérale de l'innervation dans cette région.

François Franck a repris ces recherches à l'aide de l'appareil décrit dans notre précédente leçon, et Winternitz en a exécuté de toutes semblables.

Il a été ainsi rigoureusement démontré qu'une application froide faite au niveau d'une des mains fait diminuer le volume de la main du côté opposé.

Les phénomènes enregistrés par l'appareil suivent exactement la même marche que dans le cas où l'on agit sur le même membre. L'effet croisé fournit ainsi une preuve nouvelle à l'appui de la théorie réflexe

que nous avons invoquée à propos des effets locaux.

Dans toutes ces expériences les modifications de température, de même que celles de volume, sont le résultat des variations dans la répartition du sang.

Quand, au lieu de s'en tenir à l'examen des points homologues, on étudie ce qui se passe, soit dans des points éloignés quelconques, soit dans des parties centrales, on voit que la répartition du sang est troublée dans une étendue qui varie, en général, avec l'étendue même de l'application, de telle sorte que les applications générales entraînent régulièrement, même lorsqu'elles sont de très courte durée, un trouble notable de la répartition du sang aussi bien dans les parties centrales qu'à la périphérie du corps.

Cette intéressante question a été l'objet, tant sur les animaux que sur l'homme, d'un grand nombre d'expériences dans lesquelles on a fait souvent intervenir d'autres moyens d'excitation que les applications thermiques. Nous n'avons à tenir compte ici que des effets produits par ces dernières.

Parmi les observations faites sur les animaux, je citerai celles de Naumann, de Schüller, de Mosso; parmi celles qui ont été poursuivies sur l'homme, les plus importantes sont dues à Winternitz, à Istamanoff, à Musso et Bergesio.

Schüller opérait sur des lapins trépanés de manière à pouvoir se rendre compte de l'état de la circulation profonde par l'examen direct des vaisseaux de l'encéphale et par la saillie plus ou moins grande de la masse cérébrale à travers l'ouverture du crâne. Souvent aussi il pratiquait l'arrachement du ganglion cervical, d'un côté, afin de pouvoir se former une idée du mécanisme des troubles circulatoires. Il a étudié

ainsi les effets produits par divers excitants cutanés et entre autres par les applications froides localisées (compresses froides placées sur le ventre ou sur le dos, injections froides dans le rectum) ou généralisées (douches, bains).

Pour faire l'étude des phénomènes déterminés chez l'homme par les applications froides localisées, Winternitz s'est servi du bain de pieds à eau courante (à aiguilles) et des bains de siège à eau courante.

Dans le premier cas, il relevait les variations de la température du creux de l'aisselle et celle du conduit auditif externe. Relativement à l'interprétation des faits révélés par cette dernière indication, il faut être prévenu que la température du conduit auditif externe ne donne pas, comme l'ont dit divers physiologistes, la température centrale, mais celle du crâne et qu'il existe, dans ces sortes d'expériences, un antagonisme entre l'état de la circulation périphérique (crâne) et celui de la circulation cérébrale, ainsi que l'ont établi notamment les expériences de Wassiljeff et Istamanoff.

Enfin Istamanoff ainsi que Musso et Bergesio ont fait des expériences sur le cerveau humain, rendu accessible à la suite de grandes plaies du crâne. Ils ont pu, dans ces conditions, suivre ou même enregistrer les changements de volume de cet organe.

Ces divers procédés d'étude ne sont pas à l'abri de toute critique, et si l'on voulait se rendre un compte plus exact des effets des applications thermiques cutanées sur la circulation centrale, il vaudrait mieux mesurer les variations de volume d'un organe interne, tel que le rein, à l'aide du volumomètre de Roy ou d'un appareil analogue, ce qui a été fait récemment par

François Franck à propos de l'étude des révulsifs (1).

Quoi qu'il en soit, de l'ensemble des faits actuellement connus découlent les deux propositions principales suivantes :

1° Dans le cours des applications partielles, il se produit au niveau des parties non touchées et non homologues, un état circulatoire inverse de celui qui existe dans la partie soumise à l'application, c'est-à-dire une sorte de compensation.

Ainsi, pendant la durée du bain de siège à eau courante, Winternitz a constaté, à l'aide d'un volumomètre, une augmentation du volume du bras ;

2° Il se manifeste, dans les mêmes conditions, une sorte d'antagonisme entre l'état de la circulation périphérique et celui de la circulation centrale.

L'effet produit est d'autant plus intense que la surface d'application du moyen réfrigérant est plus étendue. Dans le bain froid, et de même pendant la douche froide, générale, les vaisseaux périphériques sont énergiquement contractés. Le système vaso-moteur impressionné par voie réflexe, suivant le mécanisme précédemment décrit, oppose une barrière à la déperdition de chaleur en restreignant l'apport du sang à la périphérie. C'est à ce moment que l'on constate la pâleur de la peau et la production de la chair de poule. Mais

(1) Depuis que cette leçon a été faite, E. Wertheimer a étudié sur les animaux l'action que produit le froid sur le volume du rein. Sept fois sur huit il a observé une diminution brusque, très prononcée, du volume de cet organe, liée évidemment à un rétrécissement des vaisseaux. Il pense que les autres organes abdominaux et en particulier l'intestin s'anémient en même temps que les reins et que, par conséquent, la plupart des organes internes se décongestionnent pendant que, au contraire, l'encéphale subit une augmentation de volume. Le froid produirait donc les mêmes effets que les agents dits révulsifs.

en même temps les organes internes se congestionnent par l'effet d'une vaso-dilatation. Celle-ci n'est pas uniquement due à un phénomène de compensation ; nous verrons bientôt qu'elle paraît être aussi en rapport, quand il s'agit d'applications un peu étendues, avec les troubles de la thermogenèse.

Les effets ainsi déterminés par les grandes applications thérapeutiques sont très intenses. Il peut en résulter de la céphalalgie, de l'albuminurie et même de l'hématurie.

Cours du sang. Pression.

La contraction des vaisseaux cutanés produite par les applications froides a pour conséquence une augmentation de la vitesse du cours du sang et une élévation de la pression sanguine. On en a la preuve chez l'homme en se servant, soit du sphygmographe ainsi que l'ont fait Delmas, Winternitz, soit, à l'exemple de Lehmann, de l'appareil, de von Basch.

Il est très probable que la pression sanguine augmente d'une manière très notable pendant le cours des applications générales (bains, douches), malgré la compensation résultant de la vaso-dilatation centrale.

Action sur le cœur.

Depuis Howard F. Johnson (1852), tous les hydropathes ont constaté que les applications froides modifient l'action du cœur (Fleury, Bence Jones et Dickinson, Scharlau, Petri, Delmas, Winternitz, etc.). Les phénomènes produits sont analogues à ceux que déterminent les excitations douloureuses étudiées par Naumann, Röhrig, Fr. Franck.

Les principaux faits relatifs aux applications froides peuvent être ainsi résumés.

Une excitation périphérique, légère, localisée, telle qu'on peut la produire par application de glace sur le bras, reste sans retentissement sur le cœur.

Une application plus énergique, mais limitée également, produit un effet plus marqué ou reste même sans action.

Quand l'application est presque générale, et à plus forte raison quand elle est générale, les contractions du cœur deviennent immédiatement précipitées et irrégulières. On n'observe jamais de ralentissement d'emblée.

Lagrande douche froide est le procédé qui influence le plus énergiquement le cœur. Pendant sa durée, le le pouls devient filiforme, irrégulier; parfois au début le cœur est pris d'une sorte d'état tétanique passager, qui fait disparaître un instant la pulsation de l'artère (Delmas). Une douche un peu violente et trop prolongée peut amener le collapsus et la syncope.

La précipitation du cœur marche de pair avec l'élévation de la pression artérielle, ce qui constitue une exception, tout au moins apparente, à la loi formulée par Marey (Delmas).

Action sur la respiration.

Les applications partielles ne modifient pas le rythme respiratoire. Les applications étendues rendent la respiration irrégulière, parfois saccadée; la douche peut même produire au début de l'oppression avec anxiété.

Effets sur la température.

Les modifications produites du côté de la température offrent un intérêt plus considérable.

Malgré la mise en jeu de mécanismes physiologiques ayant pour but de maintenir la température du corps, la régulation thermique de l'homme n'est pas parfaite et elle se laisse vaincre avec une assez grande facilité.

En effet, — retenez bien cette loi générale, — toute soustraction de chaleur forte ou modérée est suivie d'un

abaissement plus ou moins notable de la température interne, mais cet abaissement ne se fait pas sentir immédiatement.

Pendant le cours même des applications, les variations de la température du corps dépendent des conditions que nous avons déjà spécifiées, c'est-à-dire de l'intensité et surtout de l'étendue de ces applications.

Nous avons vu tout à l'heure que les applications froides limitées refroidissent la partie touchée et échauffent la voisine située en avant; qu'elles ont, de plus, un effet croisé. Edwards croyait que l'abaissement de la température dans le membre du côté opposé était la conséquence du refroidissement du sang; c'était une erreur.

Brown-Séquard et Tholozan ont les premiers reconnu le mécanisme réflexe aujourd'hui bien démontré sous l'influence duquel on peut expliquer l'abaissement de la colonne du thermomètre par une simple diminution dans l'afflux du sang.

Quand l'étendue de l'application s'accroît, les applications froides sont alors capables de produire une soustraction de chaleur dont il faut bien tenir compte. On entre alors dans le champ des phénomènes appartenant en propre aux moyens thermiques.

Leube estime qu'une application froide doit atteindre au moins un tiers de la surface cutanée pour que la température centrale puisse être influencée. Toujours est-il que toute application générale, même de durée courte, retentit toujours chez l'homme sur la température du sang. Toutefois, tandis que les oscillations thermométriques mesurées au niveau des zones superficielles et intermédiaires sont assez notables, celles de la troisième zone restent toujours faibles, tout au

moins chez l'homme sain ou non fébricitant. Chez les fébricitants, la température centrale est plus modifiable, le système nerveux de régulation thermique étant alors dans un état de faiblesse relative.

Les études faites par les Delmas, par Liebermeister, Winternitz, etc., par Aubert, Couette, permettent de formuler une sorte de loi générale que nous énoncerons ainsi :

Pendant la durée des applications froides générales, malgré la soustraction de chaleur qui a lieu en vertu des lois physiques, il se manifeste tout d'abord une tendance à l'élévation de la température du corps, tendance qui est toujours sensible dans la zone intermédiaire et parfois aussi dans la zone centrale. Il est très rare d'observer un abaissement immédiat de la température. Ce fait ne peut se produire que dans des conditions exceptionnelles de refroidissement intense et rapide à l'aide de moyens énergiques, soustrayant immédiatement une grande quantité de calorique et amenant une dépression de l'organisme.

Cependant nous aurons l'occasion de voir que, dans les conditions ordinaires des applications thérapeutiques, on peut obtenir un refroidissement immédiat en annihilant la contraction des vaisseaux périphériques par l'emploi de manœuvres mécaniques (frictions, par exemple). Ce résultat s'explique par l'augmentation dans la soustraction de chaleur que provoque l'exagération des pertes par la peau. Notons encore que les procédés même modérés amènent un abaissement thermique central vers la fin de la période d'application lorsque celle-ci atteint une durée un peu longue, dépassant généralement celle des applications faites dans un but thérapeutique.

Prenons quelques exemples qui nous permettront d'avoir sur ce point des idées plus précises.

Dans le cours de la douche froide, la température de la peau s'abaisse et tend à se mettre en rapport avec la température de l'eau ; dans l'aisselle la température s'élève de 0°,2 à 0°,5 ; dans le rectum, elle reste invariable ou subit une élévation faible de 0°,1 à 0°,2 (Delmas, Couette, etc.).

Les bains de rivière, les bains de mer s'accompagnent de modifications analogues (Aubert).

Dans le bain froid de baignoire, qui représente le plus puissant des moyens réfrigérants, l'eau du bain ayant la température de 20 à 24°, la durée de l'immersion étant de 15 à 20 minutes, on observe au début une légère élévation de la température rectale, puis un léger abaissement avant la fin du bain (Liebermeister).

Le stade d'abaissement est retardé par l'embonpoint du sujet, par la production de mouvements volontaires (Senator, Liebermeister, etc.) ; il survient plus tôt, au contraire, lorsqu'on pratique des frictions cutanées (Winternitz). Enfin, il se montre rapidement lorsque l'individu est maigre et immobile (Currie, Jürgensen, Walther).

A côté de ces modifications relatives à la répartition du sang, à la pression sanguine, au rythme cardiaque, à la température, il se produit encore, pendant la durée des applications froides, des phénomènes intéressant les fonctions du système nerveux, les sécrétions, etc. Nous aurons bientôt l'occasion de les signaler. En les négligeant pour le moment et en nous en tenant aux faits principaux, c'est-à-dire à ceux qui concernent les effets produits par les applications générales,

nous pouvons résumer la description précédente sous la forme d'un tableau :

Phénomènes produits pendant le cours des applications froides.

Répartition du sang.	Contraction du réseau vasculaire périphérique, dilatation du réseau central.
Pression sanguine ..	Augmentée par les applications générales malgré les vaso-dilatations compensatrices.
État du cœur.......	Accélération, irrégularité.
Température	Élévation de la température dans la zone intermédiaire. État stationnaire ou élévation de la température centrale. — Abaissement par prolongation ou grande intensité de l'application.

Nous pouvons aborder maintenant l'étude des phénomènes *secondaires*, c'est-à-dire de ceux qui suivent immédiatement les applications. Effets secondaires des applications froides.

D'une manière générale, on peut dire que tous les phénomènes suscités dès l'abord par les applications froides, sont bientôt suivis de phénomènes inverses.

Quand les applications sont modérées et de courte durée, ces phénomènes secondaires ne se montrent qu'après la cessation de l'application. Quand, au contraire, les applications sont un peu longues, quelques-uns de ces phénomènes apparaissent et se préparent, pour ainsi dire, pendant le cours même de l'application ; mais ils ne s'accentuent que lorsque celle-ci a pris fin.

Ces effets secondaires, post-opératoires, constituent, remarquez-le bien, l'effet réel du moyen employé ; c'est l'acte thérapeutique, recherché, voulu. Il correspond à ce que les hydropathes ont désigné sous le nom de *réaction hydrothérapique*. Réaction.

Faisons observer, toutefois, que ce terme n'est pas

bien précisé dans les auteurs. Fleury, qui a l'un des premiers fait connaître la réaction, désigne sous ce nom le retour du sang à la périphérie, la réaction circulatoire. Beni-Barde représente la réaction comme le retour spontané ou provoqué de la chaleur dans les membres; c'est donc pour lui la réaction thermique périphérique qui accompagne la réaction circulatoire. Une idée analogue est exprimée par Scheuer qui fait de la réaction le rétablissement de l'atmosphère thermique normale autour des extrémités nerveuses.

Comme le retour de la chaleur périphérique n'a pas la même importance physiologique que les fluctuations de la température centrale, d'autres auteurs, parmi lesquels on peut citer Aubert et Bottey, rattachent l'idée principale exprimée par le mot réaction à la marche générale de la température centrale.

Enfin Couette a encore envisagé la question à un autre point de vue. Pour lui l'action consiste dans le fait de la réfrigération; la réaction est, par suite, la lutte organique contre le froid, consistant en l'augmentation des phénomènes de nutrition et de combustion.

J'évite cette interminable querelle de mots en distinguant, comme je l'ai fait, les phénomènes contemporains des applications de ceux qui leur succèdent. Tout cela est arbitraire et question de méthode, car il est clair que l'organisme réagit immédiatement, c'est-à-dire dès que l'agent thermique entre en rapport avec la surface cutanée.

Modifications de la répartition du sang.

Cela posé, abordons sans plus tarder la description des phénomènes secondaires, en envisageant tout d'abord les modifications dans la répartition du sang.

A la suite des applications localisées, la constriction des vaisseaux cesse pour faire place à un certain

degré de vaso-dilatation. La contraction s'étant faite brusquement, le relâchement a lieu d'une manière lente et progressive : la peau rougit, la chair de poule cesse, la température remonte graduellement. Pendant assez longtemps on peut voir, néanmoins, persister un certain degré de stase sanguine et probablement lymphatique.

Il se produit des phénomènes analogues dans la profondeur. Lorsque l'application froide a été très intense, il peut en résulter une perte de la tonicité des vaisseaux cutanés ou même plus profonds, par suite d'une sorte d'épuisement paralytique.

L'évolution de ces phénomènes de retour est plus ou moins rapide suivant les circonstances; elle peut ne demander que quelques minutes (applications peu intenses ou courtes) ou avoir une durée de plusieurs heures.

Quand les applications sont générales, la contraction des vaisseaux cutanées qui se produit brusquement, surtout en cas d'application très froide, arrive rapidement à son maximum. Lorsque l'application est très courte, comme c'est généralement le cas pour la grande douche froide, l'anémie cutanée reste probablement la même pendant toute la durée de l'application. Mais déjà lorsque la douche dépasse une minute, la contraction des vaisseaux tend à être moins rigide. Après quelques oscillations de calibre, les vaisseaux commencent à se relâcher par suite d'une sorte d'épuisement du système vaso-constricteur.

Ce relâchement s'accentue immédiatement après la douche, mais en se comportant comme celui qui succède aux applications locales : il est lent, graduel et peut être influencé par maintes circonstances dont nous aurons plus tard à parler.

Disons tout de suite, cependant, qu'après toute application intense, le retour du sang à la périphérie demande à être sollicité à l'aide d'excitations mécaniques. Tel est le but de la friction.

Modifications de la pression et du cœur.

Relativement aux modifications de la pression sanguine et de l'état du cœur nous connaissons surtout les effets consécutifs à la grande douche. Ils ont été particulièrement bien observés par les deux Delmas.

Dès que le malade commence à s'habiller, la vitesse du pouls diminue et souvent descend au-dessous de son point de départ, alors que la tension artérielle reste très élevée.

Plus tard la tension s'abaisse lentement suivant les diverses circonstances capables d'influencer la répartition du sang, prête à remonter à la moindre impression de froid, c'est-à-dire à la moindre reprise de la contraction vasculaire du réseau cutané.

Pendant ce temps les pulsations artérielles deviennent plus amples tout en restant longtemps ralenties et en ne revenant que progressivement à la normale.

Les valeurs minima du pouls et de la tension se correspondraient comme les maxima (Delmas).

Il y aurait donc, contrairement aux faits ordinaires, visés par les lois de Marey, une sorte d'indépendance entre les effets cardiaques et les effets artériels.

On admet que corrélativement aux modifications de la répartition du sang à la périphérie, correspondent des phénomènes inverses dans la profondeur. La vaso-dilatation centrale du début serait remplacée par une vaso-constriction qui aurait pour résultat la décongestion des organes profonds. Dans ses études récentes sur les révulsifs, François Franck, en excitant la peau, a obtenu d'emblée la vaso-constriction profonde

et la vaso-dilatation générale. Le froid aurait donc une action particulière ; il semble ne faire naître que secondairement l'état de trouble circulatoire déterminé d'emblée par les excitations cutanées douloureuses (1).

On a émis, pour expliquer les phénomènes cardiaques, bien des hypothèses. Aucune d'elles n'est entièrement satisfaisante et il ne me paraît pas utile de nous y arrêter.

Modifications de la respiration.

Aux mouvements irréguliers de la respiration précédemment signalés succèdent des mouvements respiratoires plus amples et moins rapides (Röhrig, L. Lehmann).

Variations de la température.

Les faits les plus importants sont ceux qui concernent les variations de la température. Ils ont été l'objet d'assez nombreuses recherches pour pouvoir être énoncés avec une certaine précision.

Après les applications locales le retour de la chaleur se fait lentement, progressivement, en même temps que la circulation redevient normale.

A la suite des applications générales, les modification de la température centrale, qui sont les plus intéressantes à considérer, suivent une marche variable, suivant maintes circonstances, mais soumise à une loi qui peut s'exprimer en ces termes :

La température centrale s'abaisse pendant la période de reprise de la circulation périphérique et de chute de la tension artérielle, puis elle revient d'une manière progressive à la normale.

Actuellement tous les observateurs sont d'accord sur les points essentiels.

(1) Voir sur ce point les résultats opposés obtenus récemment par Wertheimer, note de la p. 35.

Si nous prenons comme exemple les effets de la grande douche froide, nous pourrons réprésenter sous la forme graphique ci-jointe les fluctuations de la température centrale produites par ce moyen thérapeutique (fig. 2).

Lorsque l'application est modérée, soit par exemple une douche de 30 secondes avec de l'eau à 13-11°, l'abaissement thermique se montre immédiatement après la



Fig. 2. — Marche de la température centrale pendant et après la douche froide.

douche. La ligne de descente coupe la normale après un quart d'heure et se prolonge encore au-dessous d'elle pendant quelques minutes. Elle remonte ensuite avec plus de lenteur pour rejoindre la normale (Couette).

Vous remarquerez que c'est précisément pendant la période d'abaissement que les malades éprouvent ce sentiment de bien-être qui accompagne la réaction hydrothérapique et qui paraît être dû au retour du sang et de la chaleur à la périphérie du corps, c'est-à-dire au niveau des nerfs thermiques de la peau.

La courbe ci-contre va nous permettre d'indiquer comment Bottey comprend la réaction thermique.

La période d'ascension représente, d'après lui, l'action thermogène ou préaction ; la période de descente au-dessous de la normale correspondrait à l'action frigorigène ; enfin la période d'ascension finale, du minimum à la température initiale, serait la réaction.

Il n'y a pas lieu de vous préoccuper de ces distinctions arbitraires. L'important est de bien connaître l'évolution des phénomènes.

Il est également nécessaire de savoir quelles sont les conditions qui peuvent avoir sur elle une certaine influence. Les recherches des Delmas, en France, de Winternitz et de quelques autres à l'étranger nous ont fourni sur ce point des renseignements dignes de fixer l'attention du praticien.

La marche des phénomènes qui succèdent à une application froide est surtout influencée par le repos, par les exercices et par l'intervention des actions mécaniques.

L'immobilité détermine l'arrêt plus ou moins complet des phénomènes secondaires, réactionnels (Delmas).

La chaleur tarde à revenir à la périphérie et peut même être remplacée par une sensation de fraîcheur et par l'apparition de frissonnements, surtout quand la douche a été de longue durée et que la température extérieure est peu élevée. Dans ces conditions, la température centrale s'abaisse très peu ou bien même remonte de manière à s'élever au-dessus du chiffre initial ; la vitesse du cœur augmente et la tension artérielle reste élevée. On dit alors que la réaction est « mauvaise ».

Les exercices précipitent, au contraire, l'évolution des phénomènes consécutifs aux applications froides. Ils déterminent une diminution dans le nombre des pulsations, et font baisser la température centrale, en même temps qu'ils facilitent la dépression de la tension artérielle.

Les frictions pratiquées après l'application agissent dans le même sens. Quant aux exercices exécutés avant la douche, de même que les frictions cutanées pratiquées dans ces conditions, ils ont aussi pour effet d'exagérer l'intensité de la réaction organique, mais

surtout l'élévation de la température initiale pendant le cours même de l'application froide.

L'action du bain froid de mer est très analogue à celle de la douche (Aubert). A cet égard un bain de 15 minutes équivaut à une douche générale de 30 secondes environ.

Nous avons vu que, dans le bain froid de baignoire, la température centrale s'abaisse déjà avant la fin du bain. Après le bain, les phénomènes consécutifs sont les mêmes qu'à la suite de la grande douche.

Pendant que la chaleur revient à la périphérie, la température rectale s'abaisse et atteint un minimum d'autant plus accusé que la réfrigération a été plus intense. Le retour à la normale a lieu lentement, et parfois, surtout chez les fébricitants, la température initiale est alors dépassée.

QUATRIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE)

Action réfrigérante définitive. Examen du second mécanisme physiologique mis en œuvre dans la lutte contre le froid : action de la réfrigération sur la thermogenèse et sur le système musculaire. — Continuation de la description des effets produits par les applications froides : modifications des sécrétions et des excrétions ; effets produits sur le système nerveux. — Effets déterminés par l'action mécanique de l'eau et de diverses pratiques.

III. *Effets tardifs des applications froides :* pseudo-fièvre hydrothérapique ; modifications de la nutrition générale. — Résultat général des pratiques hydrothérapiques. — Emploi de l'eau froide à l'intérieur.

Messieurs,

Il résulte des faits exposés dans notre dernière leçon que toute application générale froide soustrait à l'organisme une certaine quantité de chaleur et que, malgré le pouvoir de réaction contre cette déperdition, la régulation thermique est finalement vaincue, puisqu'en définitive on observe un léger abaissement de la température centrale.

Nous avons vu également que le premier acte de lutte contre le froid consiste dans la mise en œuvre du mécanisme réflexe qui a pour but, en restreignant l'afflux du sang à la périphérie de sauvegarder l'économie contre une déperdition de calorique trop rapide et trop intense.

L'importance de ce mécanisme est à ce point considé-

rable que divers physiologistes et médecins pensent qu'à lui seul il est capable d'expliquer tous les faits observés.

Second mécanisme prenant part à la lutte contre le froid.

Nous verrons que chez l'homme il paraît avoir une part prépondérante, sinon exclusive, dans la lutte contre le refroidissement extérieur. Mais les troubles dans la répartition du sang ne paraissent pas être seuls en cause et, en tout cas, on s'est demandé depuis longtemps s'il ne survenait pas, à titre en quelque sorte de processus de renfort, une modification dans les combustions intra-organiques.

Variations dans les combustions respiratoires.

L'étude de cette question a donné lieu à un très grand nombre d'observations et d'expériences qui ne doivent pas nous laisser indifférents. Les auteurs, qui à propos de la fièvre et de la lutte contre les procédés de réfrigération, ont fait intervenir, tout au moins pour une certaine part, les variations dans la production de chaleur, c'est-à-dire dans les échanges intra-organiques, ont poursuivi leurs recherches à l'aide de deux méthodes distinctes (Voy. *Médication antipyrétique*).

Les uns ont calculé directement les pertes de chaleur subies par l'organisme dans diverses conditions à l'aide des procédés calorimétriques. Les autres ont employé la méthode indirecte, qui consiste à mesurer les produits de la combustion.

Les procédés calorimétriques exposent à des erreurs nombreuses, bien que d'Arsonval soit parvenu, à l'aide de la calorimétrie totale, à perfectionner considérablement ce genre d'études. La méthode indirecte n'est pas, non plus, à l'abri de tout reproche. Cependant c'est elle qui a été choisie par les physiologistes les plus compétents.

Ceux-ci ont pensé que, pour trancher la question, on

pouvait s'en tenir à la mesure des combustions respiratoires, c'est-à-dire de la consommation d'oxygène et de l'excrétion de l'acide carbonique. On n'obtient ainsi qu'une fraction des produits de combustion; mais cette fraction est, de beaucoup, la plus importante et celle dont la mesure peut le plus aisément se faire dans des conditions variées.

Les premières recherches, qui remontent à Crawford, à la fin du siècle dernier, ont été continuées par un grand nombre d'expérimentateurs.

Dès les premiers travaux sur ce point, on a reconnu que, chez les animaux à sang chaud, le froid amène une augmentation dans la consommation d'oxygène.

Plus tard, la plupart des recherches furent confirmatives des premières; quelques-unes, en petit nombre seulement, aboutirent à des résultats contradictoires.

Parmi les expériences les plus récentes, celles que Fredericq a poursuivies sur lui-même peuvent être citées comme offrant de sérieuses garanties. Elles ont été exécutées avec un appareil analogue à celui de Regnault et Reiset. L'action frigorifique a été obtenue simplement par la mise à nu du corps, et un certain nombre d'expériences d'essai ont permis de tenir compte des fluctuations dues à diverses causes, notamment à l'action des repas.

L'auteur a trouvé constamment une augmentation dans la consommation d'oxygène en rapport avec l'intensité du froid, ou mieux avec celle de la sensation subjective de froid à la périphérie du corps.

L'action attribuable au froid est presque nulle pendant le cours de la digestion, en raison de la grande production de chaleur due au travail des glandes, etc. A jeun, la production de chaleur est, au contraire,

insuffisante, et, si l'on reste immobile, la température interne s'abaisse.

Fredericq fit sur le lapin des expériences analogues à l'aide d'un appareil spécial. Les résultats qu'il en obtint furent semblables. La projection d'eau froide sur le corps amène une augmentation dans la consommation d'oxygène et dans l'excrétion de l'acide carbonique. C'est l'inverse de ce qui se passe chez les animaux à sang froid.

Depuis la publication des recherches de Fredericq, quelques autres travaux sont venus confirmer les conclusions que nous venons d'énoncer. Disons, toutefois que d'après A. Lœwy et aussi N. Zuntz, l'augmentation de la thermogenèse sous l'influence du froid ne se montre pas toujours chez l'homme d'une manière constante. La peau paraît être, chez lui, l'instrument principal et parfois unique de la régulation thermique.

Quoi qu'il en soit, il existe chez l'homme et chez tous les animaux à sang chaud, un appareil de régulation thermique modifiant la thermogenèse et pouvant intervenir au moins dans certaines conditions.

L'existence de cet appareil, appartenant en propre aux animaux à température dite constante, est aujourd'hui absolument démontrée. Il possède des centres situés entre la moelle épinière et le cerveau, dont l'action tonique entretient l'énergie des combustions interstitielles.

Vous savez, en effet, qu'en pratiquant une section de la moelle épinière près du bulbe, on détermine un refroidissement progressif qui transforme en quelque sorte les animaux opérés en animaux à sang froid.

L'excitation de ces centres par piqûre (Heidenhain)

ou à l'aide de l'électrisation (Fredericq) accroît l'intensité des combustions interstitielles.

Ajoutons encore que la mise en activité de ces centres se fait par voie réflexe et non d'une manière automatique.

Quelques-unes des expériences faites par Fredericq ne laissent aucun doute sur ce point. Ainsi l'inspiration d'air froid, de même que la déglutition de glace amènent un refroidissement interne suivi d'une diminution dans les combustions.

Celles-ci ne peuvent être augmentées que lorsque l'action frigorifique porte sur les nerfs sensibles de la peau. Le mécanisme est donc réflexe, de même que celui qui règle, par action vaso-motrice, la répartition du sang.

Manifestations du côté des muscles.

Le siège de l'augmentation des combustions est dans les muscles. On en a donné de nombreuses preuves. Aussi le froid donne-t-il lieu à des manifestations importantes dans le système musculaire.

Les applications froides localisées produisent une exagération de l'état tonique des masses musculaires, non seulement *in situ*, mais aussi à distance et dans la profondeur.

Dans le cours des grandes applications, telles que le bain et la douche, on voit se produire du frisson, puis des grelottements avec claquement des dents et enfin un tremblement plus ou moins intense.

Le bain froid donné avec de l'eau à la température de 25 à 20° détermine, en général, un premier frisson immédiat, peu intense, une sorte de frissonnement; puis, après une certaine détente et au bout d'un temps variable suivant diverses circonstances et notamment suivant la température du bain, on voit survenir un

second frisson plus intense, plus général, dégénérant bientôt en tremblement et indiquant un commencement de danger. Aussi doit-on suspendre l'application froide, bain ou douche, avant l'apparition ou tout au moins dès le début de ce second frisson.

Après un bain très froid ou suffisamment prolongé le frissonnement continue encore pendant un certain temps.

D'après les expériences d'A. Lœwy et de N. Zuntz, dont nous parlions plus haut, l'augmentation dans la consommation d'oxygène serait subordonnée à ces manifestations du côté du système musculaire. Lorsque les applications froides auxquelles étaient soumis les individus sur lesquels ces expériences ont été exécutées, n'étaient ni trop intenses, ni trop prolongées, quelques sujets parvenaient à rester immobiles, non grelottants et, dans ces cas, la consommation d'oxygène n'était pas accrue. Speck avait d'ailleurs déjà signalé la subordination de l'augmentation dans la consommation d'oxygène à la production de mouvements volontaires.

Dans les circonstances où les applications modérément froides peuvent être supportées sans qu'il se produise un accroissement des combustions respiratoires, l'abaissement de la température centrale fait défaut ou reste très faible. La régulation thermique ayant pour siège le réseau cutané est donc alors parfaite ou presque parfaite. Vous remarquerez qu'en vertu des lois physiques, il y a toujours inévitablement soustraction de calorique et vous devrez en conclure que les fluctuations de la répartition sanguine dans la peau peuvent avoir pour résultat non seulement de restreindre les déperditions de chaleur, mais encore de déterminer

une certaine rétention de calorique à laquelle on doit rapporter l'élévation initiale de la température centrale, en l'absence d'un accroissement sensible dans les oxydations.

En résumé, la lutte contre le froid est assurée chez l'homme, comme chez les autres animaux à température constante, à la fois par la diminution des pertes de chaleur se faisant au niveau de la peau et par l'augmentation dans la production de chaleur.

Chez l'homme dont la peau est nue et dont la sensibilité cutanée est très vive, le mécanisme le plus important est celui de la restriction des pertes par la peau. Il paraît intervenir seul dans certaines circonstances.

Effets sur les muscles à fibres lisses.

Le retentissement de l'action réflexe sur les muscles, suscitée par le froid, n'a pas lieu seulement sur les muscles du squelette. Il est intéressant pour la pratique de savoir qu'il s'étend également sur les muscles animés par les moteurs sympathiques.

L'application de compresses froides sur le ventre ou bien encore l'administration d'une douche hypogastrique déterminent la contraction de la vessie. De même un bain de pied froid fait contracter l'utérus.

Il nous reste encore pour compléter notre description des phénomènes produits par les applications froides, à indiquer diverses modifications fonctionnelles se montrant pendant et après le cours des applications.

Sur les fonctions de la peau.

L'action du froid sur les fonctions cutanées proprement dites, c'est-à-dire sur la production de la sueur et sur la perspiration, sont encore peu connues. D'après Röhrig la perspiration cutanée serait diminuée par l'abaissement de la température de la peau. Mais il est possible qu'elle soit plus tard augmentée après le retour

du sang et de la chaleur. Nous manquons de renseignements sur ce dernier point.

Sur les sécrétions.

Quant à la sueur, il paraît bien établi que les applications froides ont pour effet d'en modérer la sécrétion. Dans les mêmes conditions on observe, au contraire, de la diurèse, qu'il ne faut pas confondre avec l'évacuation mécanique de la vessie par contraction réflexe.

L'augmentation de la quantité des urines produite par le froid, empiriquement reconnue, a été étudiée expérimentalement par Koloman Müller, dans le laboratoire de Cl. Bernard, et rapportée par cet observateur à la fluxion rénale. Elle se manifeste dix minutes après l'application et donne lieu à une émission d'urine qui renferme parfois une petite quantité d'albumine. Les pratiques hydrothérapiques sont d'ailleurs au nombre des conditions capables d'exagérer l'albuminurie dite physiologique.

Le froid détermine également une augmentation des sécrétions intestinales. Toutefois l'effet anticonstipant des applications froides peut s'expliquer au moins aussi bien par la production d'une contraction réflexe de l'intestin que par l'augmentation de la sécrétion des glandes intestinales.

Sur le système nerveux.

Enfin, je dois encore attirer votre attention sur les effets qui se font sentir du côté du système nerveux central. Les applications générales froides soumettent ce système à une sorte de choc, de coup brusque, qui a pour résultat une action sthénique (Voy. *Médication sthénique*).

Dans la pratique on rencontre à l'égard des réactions nerveuses des différences individuelles notables dont il faut tenir compte afin de diriger les procédés en vue

du relèvement des forces. La règle est d'éviter toute sensation de fatigue.

Les bains froids courts, la douche froide, les affusions froides sont suivis généralement d'une action tonique, rafraîchissante, se traduisant par un sentiment de bien-être général, par un certain besoin d'exercice musculaire, par une disposition plus grande au travail intellectuel et enfin par une augmentation de l'appétit. La prolongation de la période d'application de ces divers moyens de réfrigération entraîne, au contraire, de la fatigue ou même de la courbature.

Nous pouvons maintenant vous présenter le tableau résumant la seconde partie de notre description.

Effets consécutifs aux applications froides.

Répartition du sang.	Dilatation périphérique; décongestion profonde.
Pression sanguine...	Abaissement lent, graduel.
Cœur..............	Ralentissement, retour graduel à la normale.
Température........	Élévation à la périphérie, abaissement dans les parties centrales, puis retour à la normale.
Système nerveux....	Action rafraîchissante et sthénique.

L'action réfrigérante est souvent combinée avec une action mécanique dont nous devons connaître les effets. Cette question a été particulièrement bien étudiée par Winternitz. Effets des moyens mécaniques.

L'action mécanique peut provenir de l'agent thermique lui-même (pression de l'eau) ou de certaines pratiques auxquelles nous avons déjà eu l'occasion de faire allusion : frictions, massage; etc.

La pression de l'eau, qu'on peut faire varier avec les appareils, n'est pas exactement mesurable, car elle Pression; percussion.

dépend de conditions multiples qui se modifient à chaque instant dans le cours d'une opération. Mais on la gradue empiriquement avec une exactitude suffisante pour la pratique à l'aide de dispositifs que nous indiquerons. Elle rend les mouvements musculaires plus difficiles et par conséquent peut gêner la respiration au moment où l'application a lieu sur la partie supérieure du tronc.

En refoulant mécaniquement le sang contenu dans la peau, elle contribue à la production de l'anémie cutanée, mais rend plus facile la vaso-dilatation postopératoire. Ce genre d'effet, qui resterait superficiel si l'eau n'était pas animée de mouvement, s'étend dans la profondeur, grâce à une sorte de massage des masses musculaires, d'autant plus actif que le jet est plus large et la pression plus élevée. Aussi l'emploi de fortes pressions et du jet non brisé est-il suivi de fatigue et de courbature, même lorsque l'application a été de courte durée.

L'action mécanique de l'eau entraîne, comme celle des révulsifs, une contraction des vaisseaux qui ne tarde pas à être suivie d'une vaso-dilatation. Elle facilite ainsi la production des phénomènes consécutifs, post-opératoires, en même temps qu'elle rend plus profond et plus intense l'effet déterminé par le moyen utilisé sur la nutrition locale, en favorisant l'accélération du cours du sang et des humeurs ainsi que les phénomènes d'osmose et d'exosmose.

Frictions.

Les frictions exercent sur la répartition du sang et sur les fonctions cutanées une influence que j'ai déjà signalée et sur laquelle il est nécessaire de revenir ici.

Diverses expériences ont fait voir qu'elles augmentent, dans une proportion considérable, la déperdition

d'eau par la peau. D'après Weirich l'augmentation, à cet égard, s'élèverait pour des frictions légères de 50 p. 100.

L'effet des frictions consiste surtout à faciliter la déperdition de chaleur. On a cherché à le mesurer en se servant de la calorimétrie partielle. Dans un travail récent, Popischil a trouvé que les frictions humides et froides, limitées à une région, peuvent augmenter la perte de chaleur de 80 p. 100, et que les douches froides, suivies d'exercice augmentent cette même perte de 67 p. 100.

Bien que l'exactitude de ces estimations puisse être contestée, ces résultats sont en somme confirmatifs de ceux dont il a été question à propos de la réaction hydrothérapique.

Les observations faites par Liebermeister et par Winternitz, sur des malades, montrent l'importance pratique qui s'attache à l'intervention des facteurs mécaniques, en particulier en ce qui concerne la médication antipyrétique.

Le bain d'air combiné avec une friction faite avec de l'eau à 10° élève la température de l'aisselle et fait baisser la température centrale (Winternitz).

Lorsque les frictions sont faites avec une énergie suffisante, elles empêchent l'apparition des frissons tout en augmentant l'abaissement de la température centrale. Elles jouent donc un rôle important lorsqu'il s'agit de soustraire une grande quantité de calorique et de faciliter par suite l'action antithermique. C'est ainsi que dans le bain froid Liebermeister a observé, toutes choses égales d'ailleurs (température du bain et durée), une grande variabilité dans l'intensité de la réfrigération, suivant qu'on faisait intervenir ou non

les frictions. Celles-ci peuvent la rendre excessive.

Effets éloignés des applications froides.

Pour achever l'étude des applications froides, nous devons encore prendre connaissance des effets tardifs qui se montrent à une époque plus ou moins éloignée des applications, et résultent surtout d'une sorte d'accumulation d'effets plus directs, par suite de la répétition des moyens employés. Ces effets ne sont guère connus que par l'observation des malades; ils échappent à peu près entièrement à l'étude expérimentale. Ils n'en présentent pas moins un grand intérêt pratique, car ce sont, en somme, ces effets tardifs que nous nous proposons d'obtenir à l'aide de la cure.

Parmi eux, on compte des modifications dans la température qui peuvent constituer un des inconvénients de l'emploi des procédés de réfrigération. A la soustraction de chaleur suivie d'abaissement de la température centrale succède parfois, comme effet tardif, une augmentation de la température. Au lieu de revenir à son point central, celle-ci le dépasse d'une certaine proportion.

Ce fait d'exagération de la température par c mpensation, qui constitue ce qu'on a nommé parfois la contre-réaction, est la règle chez les fébricitants soumis à la balnéation froide. D'après Jürgensen et Winternitz il peut s'observer également chez les non-fébricitants soumis au bain froid. Son apparition paraît dépendre de circonstances diverses, individuelles ou extérieures.

Il est beaucoup plus rare de l'observer après l'application des procédés hydrothérapiques proprement dits. Mais divers médecins ont noté parfois, dans le cours des cures hydrothérapiques, le développement d'un état pseudo-fébrile, sorte de crise passagère se terminant par des sueurs abondantes et une éruption furon-

culeuse et offrant une certaine analogie avec les crises dites thermales. Autrefois cette crise était considérée par les hydropathes comme salutaire et on cherchait à la provoquer. Elle ne se montre guère qu'à la suite d'un usage abusif, trop fréquemment renouvelé des pratiques hydrothérapiques, et les pratiques actuelles, en général modérées, plus pondérées, la suscitent rarement.

Les effets tardifs les plus importants sont ceux qui impressionnent la nutrition générale.

Nous avons vu que la réfrigération tend à accroître la consommation des matières hydro-carbonées au sein des masses musculaires. Cette action est passagère et même inconstante et si les expérimentateurs ont eu tant de peine à la mettre en évidence, cela tient en réalité à l'infériorité du froid à cet égard sur les autres causes capables de modifier les échanges, telles que les exercices, l'alimentation etc. (Voit, Fredericq, etc.). Cependant les cures hydrothérapiques paraissent pouvoir agir également sur l'oxydation des matières albuminoïdes et par suite amener un changement dans la composition des urines.

Kirejeff a signalé l'augmentation de l'excrétion de l'urée, de l'acide urique et des chlorures. D'autres ont trouvé une diminution de l'acide urique et des phosphates. En tout cas, de ce côté également, les variations observées paraissent inconstantes et peu marquées.

Et, cependant, le poids des malades indique généralement que la nutrition est notablement influencée. Ainsi le plus souvent ce poids augmente. Ce résultat s'observerait, d'après Winternitz, dans 56 p. 100 des cas. Il ne cadre pas, vous le voyez, avec l'hypothèse d'une désassimilation exagérée. Mais il faut faire ob-

server qu'il concerne des malades non soumis à un régime identique et invariable et qu'il est dû, en conséquence, au relèvement de l'appétit ainsi qu'à l'excitation de la plupart des fonctions capables d'assurer une meilleure nutrition générale.

En définitive, la cure hydrothérapique, sagement conduite, est favorable au rétablissement de l'équilibre des grandes fonctions, et elle se traduit par un effet sthénique.

Dans les établissements, la plupart des pensionnaires ne tardent pas à prendre bonne mine et à se faire remarquer par leur entrain et par leur disposition aux exercices du corps. Le plus souvent avec l'amélioration de l'état des forces coïncide une régularisation du sommeil qui devient plus profond et plus réparateur.

Un des bénéfices éloignés de la cure, qui mérite encore d'être signalé, consiste en une diminution de la sensibilité au froid. Il est probable qu'il existe d'assez grandes différences individuelles dans la déperdition de chaleur par la peau. En l'absence de recherches sur ce point, qui ne manque cependant pas d'intérêt, nous pouvons nous rendre compte de ces différences par la variabilité de la sensation que nous éprouvons au contact de la peau de personnes diverses. Certaines personnes ont une peau fraîche, froide même ; ce sont en général, des gens un peu gras ou obèses. D'autres, presque toujours plus ou moins maigres, ont la peau chaude.

Dans le premier cas, les pratiques hydrothérapiques ont, sans doute, pour effet d'augmenter les déperditions de chaleur en activant d'une manière plus ou moins durable la circulation cutanée languissante. Elles peuvent alors contribuer à faire maigrir et de-

viennent ainsi un des moyens de la médication de l'obésité.

Chez les autres, au contraire, elles peuvent avoir pour effet définitif de restreindre les déperditions de chaleur en renforçant l'état tonique des vaisseaux cutanés et consécutivement d'amener une modification des combustions intra-organiques. L'hydrothérapie devient alors un agent d'engraissement.

Indications générales.

En tout cas, quoi qu'il en soit de ces hypothèses, on peut considérer les excitations répétées de l'appareil de la régulation thermique comme étant capables de modifier d'une manière avantageuse les vices de la nutrition générale. Pour obtenir un pareil effet thérapeutique il est nécessaire que les appareils cardiaque et vasculaire, respiratoire, digestif aient une certaine vigueur. Les applications froides conviennent donc surtout aux individus encore jeunes ayant une certaine force de réaction nerveuse et des organes peu altérés. Elles ne peuvent être utilisées que sous les formes les plus douces et avec une grande circonspection chez les malades dont les tissus du cœur ou des vaisseaux sont déjà dégénérés ; chez ceux aussi dont la nutrition est trop restreinte, le système nerveux trop affaibli et qui ne pourraient pas lutter contre les déperditions de calorique. De ce nombre sont les vieillards, les enfants tout jeunes, les grands anémiques et certains neurasthéniques.

Emploi du froid à l'intérieur.

Le froid est encore utilisé à l'intérieur. On peut faire boire de l'eau froide pendant le cours même des applications externes ou en dehors d'elles. Parfois aussi, on emploie, dans divers buts, les injections rectales froides.

Plus tard nous aurons l'occasion d'étudier, à propos des eaux minérales, l'action des boissons prises à jeun. Nous n'avons à nous occuper que de la réfrigération

interne produite par l'injection d'eau froide ou fraîche. Lichtenfels, Fröhlich, Liebermeister, Winternitz nous ont donné sur ce point quelques renseignements. D'après ce dernier observateur l'injection d'un demi-litre d'eau à 8° fait tomber la température de l'estomac à 35°. Au bout d'une demi-heure la température de ce viscère est encore de 0°,6 au-dessous de la température initiale. Celle-ci n'est regagnée qu'au bout de trois heures. En même temps la température s'abaisse dans l'aisselle et dans le rectum, et le pouls se ralentit. D'après le même auteur, une injection rectale d'un litre d'eau froide abaisse aussi de près de 1° (0°,9) la température de l'estomac; celle du rectum fléchit de 1°,5. Dans ces expériences les tracés sphygmographiques indiquèrent une augmentation de la tension artérielle.

Rappelons ici que, d'après les expériences de Fredericq, déjà citées précédemment, le refroidissement interne produit par l'inspiration d'air refroidi ou par l'ingestion de glace, s'accompagne d'une diminution des combustions respiratoires.

Certains médecins, parmi lesquels je citerai Foltz (de Strasbourg), ont employé les injections rectales froides comme procédé de réfrigération. Vous voyez que le mode d'action de cette pratique diffère notablement de celui des applications externes.

Ajoutons que les lavements froids agissent, en outre, sur la sécrétion biliaire. Bidder et Schmidt, Nasse, Lehmann, Krull, Röhrig ont observé une augmentation de cette sécrétion qui est peut-être simplement due à l'excitation réflexe des contractions de la vésicule. En tout cas, c'est en raison de cet effet que ces injections rectales ont été préconisées dans le traitement de l'ictère catarrhal.

CINQUIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE)

ÉTUDE DES EFFETS PRODUITS PAR LES APPLICATIONS CHAUDES. — I. *Effets locaux.* — II. *Effets à distance :* Modifications dans la répartition du sang; action sur la pression sanguine et sur le cœur; sur la sécrétion sudorale; sur le rythme respiratoire; sur la température. — Mécanisme physiologique de ces effets. — III. *Effets consécutifs.* — Description complémentaire : Action des applications chaudes sur les sécrétions; sur le système musculaire; sur le système nerveux sur la nutrition générale.

MESSIEURS,

D'une manière générale les applications chaudes ne sauraient être mises en opposition avec les froides, car on s'en formerait une idée inexacte si l'on pensait que leurs effets sont précisément inverses de ceux des froides.

Applications chaudes. Effets physiologiques.

Il y a, au contraire, entre les effets des unes et des autres certaines analogies, mais aussi de profondes différences. Celles-ci tiennent, en grande partie, à ce que la caractéristique de l'excitation produite par la chaleur consiste à mettre en jeu un mécanisme physiologique différent de celui qui intervient dans la lutte contre le froid.

Les analogies sont dues à ce que tous les agents thermiques sont surtout employés en applications externes et que, par suite, ils impressionnent la sur-

face sensible de la peau en agissant à la façon des procédés dits de révulsion.

Au point de vue pratique, le froid et le chaud se rapprochent encore par ce fait qu'ils sont utilisés à l'aide de procédés semblables dans lesquels, assez souvent, on les fait agir l'un et l'autre par alternance ou par combinaison. Néanmoins, les effets physiologiques déterminés par les applications chaudes sont assez particuliers pour qu'il y ait, à tous égards, un avantage réel à distinguer nettement l'hydrothérapie chaude de l'hydrothérapie froide ou proprement dite.

Effets locaux. L'excitation que la chaleur produit sur les nerfs thermiques cutanés fait naître localement des phénomènes qui sont en partie d'ordre réflexe et, par suite, analogues à ceux que suscite le froid. Ainsi on observe tout d'abord une vaso-constriction comme celle que pourrait déterminer toute autre excitation : piqûre, pression, etc. La vaso-constriction est d'autant plus marquée que la différence entre la température de l'agent thermique et celle de la peau est prononcée. Mais tandis que la vaso-constriction due au froid va en s'accentuant et tend à durer, celle que détermine une application chaude est très passagère et bientôt suivie d'une vaso-dilatation qui se prononce et persiste pendant toute la durée de l'application.

Quand la température de l'eau est modérée (36° par exemple) la sensibilité tactile est affinée. Au contraire, quand la température de l'eau est relativement très élevée (50 à 52°) la sensibilité tactile est émoussée de même que par le froid intense.

Le fait nouveau et caractéristique consiste dans la mise en jeu de l'appareil sudoral accompagnant la vaso-dilatation.

Effets à distance.

L'excitation des nerfs thermiques par la chaleur détermine aussi des effets à distance, mais relativement moins marqués. Les réflexes d'origine calorifique sont, en effet, moins intenses que ceux qui sont dus aux procédés de réfrigération. Ils suivent cependant les mêmes lois générales, notamment celles qui sont relatives à l'effet croisé et aux phénomènes de compensation.

Ainsi, dans les expériences faites par Brown-Séquard et Tholozan, l'échauffement d'une main ou d'un pied a déterminé de la vaso-dilatation et du gonflement dans les parties homologues.

D'autre part, pendant le bain de siège à eau courante avec de l'eau à 35° R., Winternitz a observé une diminution compensatrice du volume du bras, tandis que, vous vous en souvenez, il avait noté avec le même genre de bain, mais donné avec de l'eau froide, une augmentation de volume de la même partie du corps.

La sudation est également tributaire de la loi concernant l'effet croisé. Une des expériences d'Adamkiewicz en fait foi. Cet observateur applique sur la cuisse d'un homme un vase contenant de l'eau à 40°. Il se produit une vascularisation du membre et de la sueur au niveau du pied. En même temps apparaît une sudation du côté opposé.

Quand les applications chaudes sont localisées et non très prolongées, elles ne modifient ni la circulation générale, ni la calorification. On n'observe de l'échauffement qu'au niveau des points touchés et à distance dans les parties où siège la vaso-dilatation réflexe.

Mais dès qu'elles deviennent un peu étendues, les applications chaudes déterminent à peu près les

mêmes réactions que les applications générales. Dans l'un et l'autre cas ces réactions se font sentir dans tout l'organisme.

Répartition du sang.

Examinons d'abord les modifications produites dans la répartition du sang.

Pendant que le réseau périphérique subit les fluctuations qui viennent d'être indiquées, le réseau vasculaire profond est le siège de modifications diverses qui ont été étudiées à l'aide des procédés que nous avons signalés à propos de l'action du froid.

Si nous nous arrêtons en premier lieu aux expériences faites chez l'homme par Musso et Bergesio sur la circulation cérébrale, nous voyons que, pendant le cours du pédiluve chaud, les vaisseaux cérébraux commencent par être relâchés, que la circulation est ralentie, les veines congestionnées. Cette première phase correspond à la vaso-constriction périphérique. Bientôt, pendant la phase de vaso-dilatation cutanée, à la congestion encéphalique succède une anémie prononcée.

Ces effets sont plus intenses encore pendant le cours d'un bain chaud général.

Schüller avait déjà fait sur les animaux trépanés, dont nous avons parlé, des observations analogues.

Il est probable que des modifications semblables se produisent dans tous les organes profonds. Ainsi s'explique le malaise et la tendance à l'affaiblissement général et à la syncope qui se manifestent dans le cours des applications chaudes, énergiques ou suffisamment prolongées.

Dans certaines régions, cependant, la circulation paraît se comporter d'une manière particulière. C'est ainsi que, pendant la durée du pédiluve ou du bain chaud, Katzaurow a observé dans l'œil, d'abord de

l'anémie, puis ensuite une congestion intense et dangereuse. L'œil se comporterait donc, s'il en est réellement ainsi, comme les parties comprises dans la zone périphérique.

La plupart des auteurs ont noté pendant le cours des applications chaudes une augmentation de la pression sanguine. La vaso-dilatation serait donc compensée et au delà par la vaso-constriction profonde. Pression sanguine.

En effet, L. Lehmann a trouvé la pression augmentée aussi bien dans les bains chauds que dans les froids. Grefberg, en opérant sur des chiens curarisés, a noté aussi une augmentation de la pression sanguine dans le bain à 40°. Cependant Schüller, dans ses expériences sur les lapins avait trouvé, après une élévation de durée courte, une chute brusque de la pression.

Le retentissement du côté du cœur paraît variable et en rapport avec l'intensité du moyen. Action sur le cœur.

En général, pendant la première phase des modifications vasculaires, le pouls diminue légèrement de fréquence, pour s'accélérer pendant la deuxième phase (Musso et Bergesio, etc.). D'après Schüller les applications très chaude, déterminent un ralentissement immédiat du cœur. Le fait a été vérifié chez l'homme par Winternitz pendant le cours d'applications partielles. Les effets produits par les applications générales sont différents. Ainsi, d'après Poitevin, le bain chaud à 36°,2 est sans effet cardiaque. A partir de 36°,5 le bain détermine une accélération du pouls qui s'élève de 41 pulsations dans le bain à 45°.

Les effets spécifiques d'échauffement se traduisent surtout par la sudation, par la modification des mouvements respiratoires et par celles de la température. Sudation.

Aux sueurs locales et réflexes, qui viennent d'être mentionnées, se joignent des sueurs générales dès que le moyen employé porte sur une certaine surface. Le pédiluve chaud suffit pour cela; mais vous savez qu'il peut être donné avec de l'eau à une température relativement élevée. Les autres applications, telles que bain, douche, bain d'étuve sèche ou humide, déterminent à cet égard des effets variables que nous indiquerons plus tard en détail à propos de la description de ces divers procédés.

Mouvements respiratoires.

Les modifications de la respiration prennent ici une importance particulière pour des raisons que le mécanisme physiologique de la lutte contre l'échauffement vous permettra de comprendre.

Des excitations localisées quand elles sont suffisamment intenses produisent déjà une précipitation des mouvements respiratoires. Tel a été, par exemple, le résultat obtenu par Winternitz avec de l'eau à 62°, c'est-à-dire brûlante, appliquée sur la poitrine ou sur la nuque.

Toutefois, quand l'intensité du moyen employé ne dépasse pas celle des applications thérapeutiques ordinaires, la respiration n'est nettement influencée que dans le cas où ces applications sont générales.

L'accélération des mouvements respiratoires, qui constitue le phénomène désigné sous le nom de *dyspnée de chaleur*, varie dans une assez large mesure avec la nature des moyens.

On s'est également préoccupé de l'état des forces respiratoires. Celles-ci seraient affaiblies par les bains chauds, donnés avec une eau de température supérieure à celle du corps (Stolnikoff), tandis qu'elles seraient accrues par les bains tempérés (Grœdel).

Les modifications subies par la température du corps sont également sous la dépendance de la nature des moyens employés. On peut dire à cet égard que, d'une manière générale, toutes les applications chaudes, en apportant du calorique, tendent à faire monter la température du sang pendant le cours même de l'application. Cet effet est d'autant plus marqué que, coïncidemment, certains procédés, le bain surtout, suppriment les déperditions de chaleur par la peau. Cependant les applications partielles, alors même qu'elles excitent la sécrétion sudorale, peuvent faire baisser la température centrale. Le pédiluve chaud, par exemple, produit, d'après Shokowski, une élévation de la température dans le conduit auditif externe (c'est-à-dire au niveau du noyau périphérique) et, en même temps, un abaissement de la température rectale. Température.

Mais toutes les applications générales déterminent une élévation plus ou moins rapide, plus ou moins notable de la température centrale. Cette élévation est de 1 à 4° dans le bain à 37° malgré la respiration à l'air frais (Liebermeister).

Mécanisme physiologique de la lutte contre le chaud.

Tel est le tableau sommaire des principaux effets produits par les applications chaudes, pendant la durée même de ces applications.

Afin de vous permettre de bien les retenir et de les comprendre, il me paraît utile de vous rappeler en quelques mots le mécanisme physiologique de leur production.

Dans la lutte contre le chaud, l'organisme ne peut mettre en jeu que des processus capables d'augmenter les déperditions de chaleur. En effet, chez l'homme,

de même que chez les animaux, l'échauffement du corps entraîne une augmentation des combustions respiratoires.

Cette loi a été nettement établie par les expériences faites sur l'homme par Voit, Page, Fredericq, etc., sur le lapin, à l'aide de bains chauds, par Pflüger.

Les principaux moyens que l'organisme emploie pour faire augmenter les pertes de calorique sont la production de la sueur dont l'évaporation absorbe de la chaleur, l'évaporation par la surface pulmonaire, l'accroissement de la déperdition à la périphérie par l'augmentation dans l'activité de la circulation cutanée.

Le phénomène de la sudation et l'action réfrigérante qui résulte de l'évaporation du liquide sécrété sont des faits depuis longtemps connus. Rappelez-vous les expériences classiques de B. Franklin, de Blagden, de Delaroche et Berger, etc.,

Certains chiffres expriment bien l'importance de la réfrigération produite par l'évaporation de la sueur. Un gramme d'eau absorbe, effectivement, pour se vaporiser, la quantité de chaleur nécessaire pour élever, de 0° à 1°, 580 grammes d'eau. Si donc, toute la sueur produite était vaporisée, la soustraction de chaleur subie par l'organisme serait énorme et excessive. La plus grande partie de la sueur reste à l'état liquide.

Le mécanisme de la sécrétion sudorale qui joue, vous le voyez, un rôle si actif dans la régulation thermique, n'est guère connu que depuis les travaux contemporains de Luchsinger, Adamkiewicz, Vulpian, Nawrocki.

Ces physiologistes ont démontré que l'appareil nerveux de la sudation est sous la dépendance de centres échelonnés dans la moelle épinière et dominés par un

centre supérieur dont le siège est dans la moelle allongée. De ces centres naissent des filets nerveux qui passent par les racines antérieures des nerfs pour aller se terminer dans les glandes sudoripares.

Cet appareil nerveux fonctionne d'une manière automatique, ce qui veut dire que sa mise en activité dépend de la température du sang.

Les résultats que je vous énonce brièvement s'appuient sur de très nombreuses preuves. Je n'en citerai qu'un petit nombre.

Luchsinger coupe chez un chat la moelle dorsale en travers et sectionne les racines postérieures. Mis dans une étuve, l'animal se couvre de sueur. On lui fait respirer de l'air chaud pour faire accroître la température du sang, les vaisseaux cutanés se dilatent et la sueur apparaît. Les mêmes faits se produisent après l'ingestion de boissons chaudes. Adamkiewicz est parvenu, à l'aide de l'électrisation, à exciter le centre de la moelle allongée.

Le même observateur a montré qu'il pouvait y avoir aussi production de sueur par mécanisme réflexe, et je vous ai cité précédemment une expérience qui le démontre (Voy. plus haut p. 67). Mais il paraît bien établi que le mécanisme automatique l'emporte sur le mécanisme réflexe. Dans les applications chaudes, faites dans un but thérapeutique, la sudation est donc surtout en rapport avec l'échauffement général du corps.

Le deuxième moyen de lutte est réalisé par la vasodilatation périphérique qui a pour résultat une augmentation dans les pertes. La distension des vaisseaux qui se produit au niveau du point d'application contribue nécessairement à l'échauffement du sang. Mais

nous avons déjà dit qu'elle se montre à distance en dehors du point de contact avec l'agent thermique et, tout à l'heure, nous la verrons persister, à titre de moyen de sauvegarde, après la période d'application.

La vaso-dilatation est un acte réflexe. Vous connaissez maintenant les principaux faits qui le démontrent. Mais elle est aussi, comme la sudation, sous la dépendance d'un mécanisme automatique. Et, en effet, tous les procédés d'échauffement, directs ou internes, se faisant sans l'intermédiaire de la peau — inspiration d'air chaud, déglutition de boissons chaudes, travail musculaire, injection d'eau chaude dans le sang — ont pour conséquence une dilatation des vaisseaux cutanés.

Enfin le troisième mécanisme intervenant dans la lutte contre le chaud se passe, vous ai-je dit, au niveau de la surface respiratoire. Il consiste dans l'augmentation de l'évaporation pulmonaire résultant de la précipitation des mouvements de la respiration.

La dyspnée de chaleur, étudiée par Cl. Bernard, par Ackermann, est également sous la dépendance d'un mécanisme automatique. Tous les expérimentateurs qui ont poursuivi plus récemment des recherches sur ce sujet, parmi lesquels je citerai Goldstein, Fick, Gad, Mertschinsky, etc., ont admis que la température du sang agit sur les centres respiratoires.

Il suffit d'une élévation très légère de cette température pour que les mouvements de la respiration s'accélèrent. Goldstein, Fick ont fait circuler de l'eau à 70° autour des carotides et ont vu dans ces conditions apparaître la dyspnée de chaleur. Vous savez d'ailleurs que les centres respiratoires sont automatiques.

Cependant, un travail récent, celui de Bonnal, tend à établir que l'accélération du pouls et celle de la res-

piration dans l'étuve sèche et dans le bain chaud à 46° peuvent se montrer avant l'élévation de la température centrale.

Quoi qu'il en soit, ces données physiologiques, que vous m'excuserez d'avoir rappelé à votre souvenir, facilitent grandement la compréhension des phénomènes produits par l'échauffement de l'organisme, résultant de la mise en pratique des procédés thérapeutiques. Elles permettent d'établir une sorte d'opposition, utile à connaître, entre l'hydrothérapie chaude qui actionne surtout des mécanismes automatiques et l'hydrothérapie froide ou proprement dite, qui suscite une lutte contre le froid se faisant par voie réflexe.

Phénomènes secondaires.

Contrairement à ce que nous avons vu après les applications froides, les phénomènes qui suivent l'emploi des moyens chauds ne sont pas l'inverse de ceux observés pendant le cours des applications. En d'autres termes, ces applications ne sont pas suivies de réaction.

La plupart des effets produits pendant le cours de l'application chaude persistent un certain temps après elle, jusqu'à ce qu'enfin ils s'éteignent pour laisser place à l'état initial. Il en est ainsi de la vaso-dilatation externe et de l'anémie des organes profonds. Ces phénomènes s'atténuent progressivement au fur et à mesure que les réactions nerveuses s'épuisent par retour du sang à la température normale. Aussi faut-il, pour qu'il y ait production d'une action notable, que le moyen utilisé soit capable de déterminer un échauffement du corps. Ces effets font défaut quand il s'agit du bain tempéré ou même légèrement chaud, d'autant que l'évaporation de l'eau qui imbibe la peau après le bain

tend à amener, par soustraction de chaleur, un abaissement de la température.

Les effets produits sur le pouls et sur la tension sanguine persistent aussi, comme ceux qui sont relatifs à la répartition du sang et à la température, pendant un temps plus ou moins long après l'application des moyens chauds. Duriau a compté 90 pulsations le lendemain d'un bain à température élevée. A Tœplitz, l'accélération du pouls produite par le bain de siège chaud serait encore sensible au bout de seize heures.

Quant à la tension artérielle, il est probable que dans les cas où elle augmente dès l'abord, elle ne tarde pas ensuite à diminuer. D'après Schüller, après la légère élévation du début, il se produirait un fort abaissement de la pression, suivi d'une ascension momentanée et légère avant le retour à la normale.

Les modifications dans la production de la sueur suivent une marche variable avec la nature des procédés employés. D'après Bonnal, la sudation, qui est très active dans le bain d'air sec à 135°, cesserait dès la sortie du bain, tandis qu'elle serait très active, au contraire, après le bain chaud à 46° et après l'étuve humide, moyens qui l'un et l'autre gênent la production de la sueur pendant le cours de l'application. Il serait intéressant de voir si ces différences ne sont pas sous la dépendance de la marche de la température.

Nous pouvons actuellement vous présenter, comme résumé, le tableau suivant :

Principaux effets des applications chaudes :

Répartition du sang....	Vaso-dilatation externe, anémie profonde.
Tension sanguine........	D'abord augmentée, puis diminuée.

Cœur.................	Ralentissement passager, court, puis accélération, ou accélération d'emblée.
Température centrale.	Augmentée.
Sudation.............	Fortement excitée.
Mouvements respiratoires.	Accélérés.

Il nous reste encore, pour achever notre étude, suivant le plan que nous avons suivi déjà dans celle des applications froides, à compléter notre description par l'examen des modifications produites du côté des sécrétions, du système musculaire, du système nerveux et de la nutrition générale.

Effets sur les sécrétions.

L'hydrothérapie chaude impressionne les sécrétions beaucoup plus énergiquement que la froide.

D'après Röhrig, la perspiration cutanée est excitée en même temps que la sécrétion sudorale. Ces deux effets ont pour résultat une tendance à la déshydratation de l'organisme et une certaine perte en chlorure de sodium. En conséquence, les autres sécrétions tendent à diminuer, notamment la sécrétion urinaire et les sécrétions intestinales. Aussi voit-on se produire assez souvent de la constipation, ce qui permet peut-être d'expliquer l'intervention utile de certaines cures thermales dans le traitement de la diarrhée chronique.

Sur les muscles.

Nous avons vu que le système musculaire n'est pas impressionné par le chaud comme il l'est par le froid, et je vous ai rappelé la raison physiologique de cette différence.

L'expérience montre cependant que l'on peut obtenir une action hémostatique à l'aide des applications chaudes et, pour l'expliquer, on fait intervenir le mécanisme de l'action réflexe. Toutefois, cette action réflexe semble se produire uniquement sur les moteurs sympathiques. L'exemple que l'on peut citer, à cet

égard, concerne surtout l'arrêt des hémorragies internes par applications chaudes sur les lombes. Il y aurait contraction utérine d'origine réflexe ou vaso-constriction réflexe.

Cette question est encore assez obscure, car les bains de siège chauds, surtout quand ils sont sinapisés, loin de déterminer une vaso-constriction profonde, produisent, au contraire, une congestion intense des organes pelviens. D'autre part, les bains généraux, tempérés plutôt que chauds, mais suffisamment prolongés, semblent entraîner à leur suite un relâchement des organes musculaires profonds, à en juger par le bénéfice qu'on en retire dans le traitement des coliques hépatiques et néphrétiques.

Sur le système nerveux.

On doit opposer à l'action sthénique du froid l'action déprimante de l'hydrothérapie chaude. Quand on fait usage de moyens doux, modérés, incapables de mettre en action le mécanisme intervenant dans la lutte contre le chaud, on obtient une diminution de l'irritabilité nerveuse, un effet *dit sédatif* qui semble être, ainsi que l'a supposé Traube, la conséquence de la soustraction des nerfs sensitifs, pendant un certain temps, à l'influence des excitants extérieurs.

Dès que la chaleur intervient de manière à provoquer une élévation plus ou moins notable de la température du sang, le système nerveux subit une sorte d'ébranlement qui tend à être suivi d'un sentiment de fatigue. La douche modérément chaude, donnée avec de l'eau à la température de 31 à 35°, alors même qu'elle a pour effet une légère élévation de la température centrale, constitue, de même que le bain tiède, un puissant moyen de sédation.

La fatigue, l'épuisement sont corrélatifs des procé-

dés plus énergiques, capables de déterminer une élévation plus notable de la température en même temps qu'une sudation assez abondante. Les bains chauds, les bains de vapeur, types principaux de ces procédés, amènent la faiblesse musculaire générale et une tendance au sommeil.

En raison de leur mode d'action — qui vous est maintenant connu — les applications chaudes retentissent plus énergiquement que les procédés de l'hydrothérapie froide sur la nutrition générale. A l'augmentation des oxydations respiratoires s'ajoute l'exagération de la désassimilation des matières albuminoïdes. Sur la nutrition.

En 1864, Bartels a observé chez l'homme un accroissement dans l'excrétion de l'urée après les bains de vapeur. Le même fait a été noté par Naunyn chez des chiens soumis à une élévation artificiellement produite de la température. A des individus soumis à un régime uniforme, G. Schleich a fait prendre des bains chauds de 38 à 42°,5 d'une heure de durée et a trouvé jusqu'à 29 p. 100 d'augmentation dans l'excrétion de l'urée. Cette azoturie a persisté plusieurs jours encore après la cessation des bains. Enfin, notons encore que A. Frey et Heiligenthal ont obtenu après les bains d'étuve (air sec ou humide) une diminution de l'urée, mais une grande augmentation de l'acide urique. Ces derniers résultats contredisent, on le voit, ceux que les auteurs précédents ont annoncé.

Aussi cette question ne peut-elle être considérée comme définitivement tranchée. Il serait nécessaire de reprendre avec plus de soin l'étude des modifications produites dans les urines par l'emploi des divers procédés d'hydrothérapie froide ou chaude.

SIXIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE)

Description des différents procédés. — I. *Applications froides :* Précautions générales. — A. *Procédés avec percussion :* douches froides, générales, locales. — B. *Procédés sans percussion :* affusions, lotions, épongement; drap mouillé; maillot humide; piscine : bains; drap mouillé.

Messieurs,

Procédés hydrothérapiques.

Nous avons terminé l'étude générale des effets physiologiques des agents thermiques et nous allons pouvoir actuellement nous occuper d'une manière à peu près exclusive des divers procédés à l'aide desquels on les fait intervenir dans la pratique. Chemin faisant nous aurons l'occasion de vous signaler encore certains effets particuliers relevant de quelques-uns d'entre eux et que nous avons dû négliger.

En commençant cette seconde partie de notre étude par celle des procédés d'application du froid, nous devons au préalable énoncer les précautions générales que nécessite l'emploi de ces divers moyens.

Précautions.

On doit s'appliquer à prévenir les refroidissements auxquels exposent les pratiques hydrothérapiques et à assurer l'évolution convenable des phénomènes consécutifs ou post-opératoires constituant la réaction.

Il est nécessaire, avant de pratiquer une application froide à la surface du corps, que le sujet soit dans

des conditions normales au point de vue de la répartition de la température. Aussi faut-il, dans certains cas, le préparer en lui faisant prendre un exercice modéré ou en le soumettant à des frictions légères, partielles ou générales.

La chambre où l'on se déshabille doit être pour les mêmes raisons à une température convenable de 16 à 18°.

On choisit de préférence le moment du lever ou la matinée dans le but d'avoir une réaction plus facile et plus vive. L'application ne sera pas faite immédiatement ou peu de temps après un repas et on s'abstiendra de pratiques actives le soir lorsqu'approche le moment du sommeil.

Les douches et les bains entiers, destinés à produire une réfrigération intense, doivent toujours être de courte durée. L'application de ces procédés doit cesser avant l'apparition du second frisson ou grand frisson. Quand il est nécessaire d'obtenir une forte action réfrigérante, on retarde le développement de ce frisson en faisant exécuter des mouvements et en pratiquant des frictions.

Il est de règle de laisser un intervalle de plusieurs heures entre deux pratiques, afin que l'organisme reste dans un équilibre normal pendant un temps suffisant. On fait d'ailleurs, au plus, deux applications par jour, séparées par un intervalle de six à huit heures, sauf lorsqu'il s'agit de combattre la fièvre.

Dans tous les cas on doit obtenir le réchauffement de la périphérie du corps après chaque pratique. Au besoin donc on le provoquera à l'aide d'exercices de marche, de frictions, de vêtements chauds, etc.

Lorsque, dans l'emploi de la méthode réfrigérante, il y a tendance au collapsus malgré la mise en pratique

des précautions que nous venons d'indiquer, on aura recours immédiatement à l'ingestion de boissons spiritueuses ou même à l'immersion dans un bain chaud.

Il sera utile, au début de la cure, de se rendre un compte aussi exact que possible de l'impressionnabilité des sujets au froid et de leur aptitude à réagir plus ou moins énergiquement.

Procédés simples.

Les procédés hydrothérapiques se divisent en procédés simples dans lesquels on fait usage d'une seule application froide ou chaude, et en procédés mixtes ou combinés.

Avec percussion.

Dans chacune de ces deux sections, nous distinguerons les procédés avec percussion et les procédés sans percussion. Le type de l'application froide, combinée avec la percussion, est la *douche*. C'est le procédé hydrothérapique par excellence, celui qui, sans conteste, occupe le premier rang.

Douche générale.

La douche doit être administrée avec de l'eau dont on puisse à volonté faire varier la température et avec une force de projection également variable, mais connue. Les principales douches sont : la douche en pluie, la douche à colonne, la douche à lames concentriques, la douche en nappe, la douche en cercle, la douche en jet mobile.

L'installation ne doit rien laisser à désirer sous le rapport de l'outillage et de l'aménagement de la salle de douches et de ses dépendances. Sous la douche, à la portée du patient doivent se trouver des appuis pour les bras, appuis qui serviront en cas de gêne respiratoire, et il doit être possible de faire prendre au besoin un bain de pieds chaud avant la douche.

Au début de la cure, on emploie de l'eau fraîche à la

température de 18 à 15° et une pression faible d'une demi-atmosphère; plus tard on fait usage d'eau à 12°, puis à 10°, rarement à 8°.

Au début la durée de la douche est seulement de 12 à 15 secondes; plus tard de 30 à 60 secondes, rarement plus longue. Les plus longues douches sont de 120 secondes (2 minutes). La pression de l'eau est de 10 à 15 mètres; on a employé au plus des pressions de 20 à 25 mètres.



Fig. 3.

Pour l'administration de la *douche en pluie*, la colonne d'eau aboutit à un arrosoir situé à 3 mètres du sol et percé de trous ayant 1 ou 2 millimètres de diamètre (fig. 3).

Avec les trous d'un millimètre on obtient la poussière d'eau; avec ceux de 2 millimètres la *pluie d'orage*.

Il est utile d'avoir, comme à Plombières, un arrosoir articulé pouvant, grâce à une légère inclinaison, permettre à la tête de rester en dehors de la pluie.

La *colonne* est un gros jet d'eau débité sous un certain angle par un gros tube de laiton de 15 millimètres à 2 centimètres de diamètre. La douche ainsi produite est le procédé de percussion le plus énergique. Il ne peut être appliqué que sur des parties peu sensibles,

particulièrement sur les grosses masses musculaires des membres, et pendant 4 à 5 secondes seulement au début. Ce genre de douche, autrefois assez employé, est à peu près complètement abandonné.

Le *dauphin* en est un diminutif. Le tube placé contre un mur laisse jaillir, à 1^{m},30 ou 1^{m},50 au-dessus du plancher, par un orifice plus évasé que celui de la colonne, une sorte de cascade.

Pour la *douche en lames concentriques* qui est également peu employée, l'arrosoir présente deux fentes circulaires concentriques de 1 millimètre et demi (fig. 4).



Fig. 4.



Fig. 5.

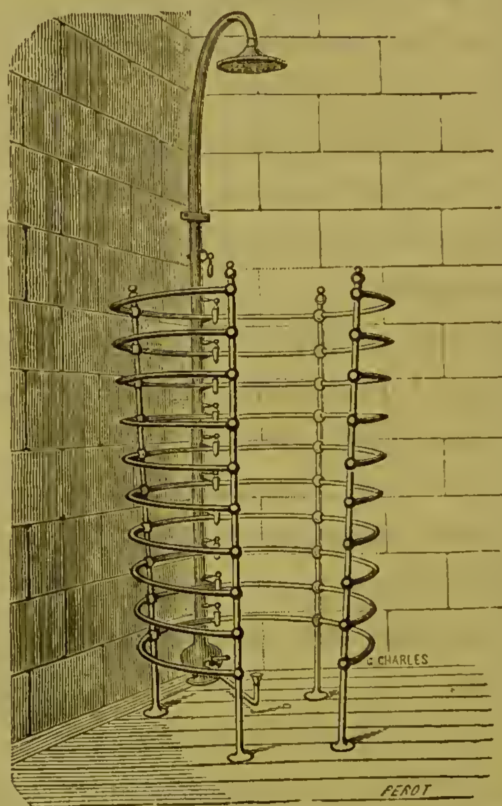


Fig. 6.

Cette variété de douche est moins excitante que la pluie.

La *cloche*, produite par une seule fente, en est une simple variante (fig. 5). Elle représente un procédé de percussion moins violent que la colonne.

La douche *en cercles*, dite aussi en *poussière*, est obtenue à l'aide d'un dispositif spécial formé par des cerceaux incomplets (fig. 6), distants l'un de l'autre de 12 à 15 centimètres, indépendants et s'élevant à une hauteur de 1^{m},20. Les cerceaux sont percés à leur face interne de deux rangées de petits trous d'un demi-millimètre de diamètre, et fournissent de petits jets concentriques qui produisent une douche fine circulaire, tandis qu'au centre de l'appareil, au-dessus de la tête

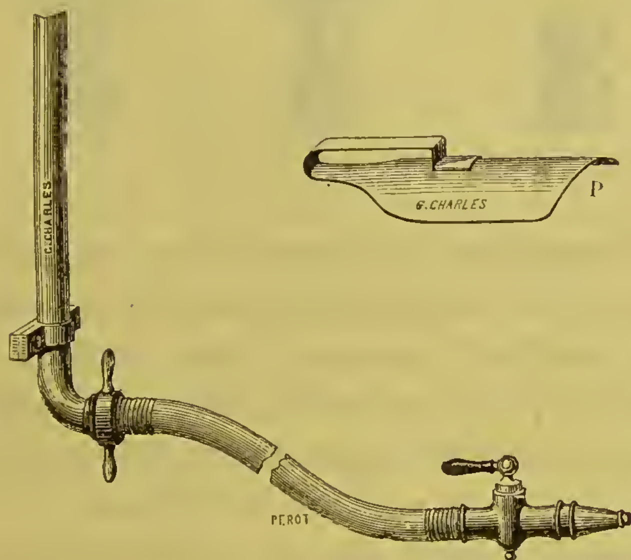


Fig. 7.

du patient, un arrosoir laisse tomber une légère pluie.

La durée de cette douche doit être courte. L'action qui en résulte est nettement révulsive.

La douche en *jet mobile* ou *lance* ajoute à l'action du froid un effet mécanique dont on peut facilement faire varier la puissance en modifiant à volonté la forme du jet et la pression de l'eau.

L'embout ordinaire (fig. 7), ou lance, a un diamètre de 10 à 12 millimètres ou de 15 à 18 millimtères. Le jet qu'il fournit peut être brisé à l'aide d'une palette P ou simplement avec le doigt. Cet embout peut être

remplacé par une petite pomme d'arrosoir (douche à épingles) ou par une pièce spéciale faisant prendre au jet la forme d'un éventail (fig. 8).

Le jet doit toujours être atténué au moment où il est lancé sur la poitrine et sur l'abdomen; à la fin de la séance il est dirigé sans être brisé, sur les pieds, de manière à produire sur ces parties une vive percussion.



Fig. 8.

Vous connaissez maintenant d'une manière suffisante les effets de la douche générale pour qu'il me paraisse inutile d'y revenir. Je vous ferai simplement observer que, tout en restant toujours sensiblement les mêmes, ces effets varient, dans une certaine mesure, avec la manière de conduire l'opération.

Lorsque la douche est très courte, elle peut être donnée avec une eau très froide et l'on peut dire que la température et la durée doivent varier en sens inverse.

La douche froide est un puissant moyen sthénique qui peut cependant produire une action sédative en amenant une régularisation des grandes fonctions.

Quelques médecins pensent que les malades doivent être préparés à l'emploi de cette pratique par l'usage préalable d'eau dégourdie. Lorsqu'on se conforme à ce précepte, on peut recourir au bout de peu de jours à la douche froide proprement dite; mais la douche froide très courte (de la durée d'une seconde) peut

être supportée, ainsi que le fait remarquer Botley, par les malades les plus faibles et les plus excitables.

Burgonzio fait précéder la douche d'un épongement du front, de la région précordiale et de l'épine dorsale. Il est douteux que ce procédé soit utile. Peut-être cet hydropathe est-il mieux avisé lorsqu'il recommande la douche à colonne sur un angle bien ouvert et d'une durée minimum de 60 secondes, lorsqu'on veut produire une action excitante et une augmentation consécutive de la force musculaire.

Douches locales.

Les *douches locales* sont rarement employées à titre de procédé isolé. Elles interviennent habituellement pendant le cours même de la douche, ou immédiatement après, lorsqu'il est nécessaire de provoquer certains effets locaux. Ces douches présentent de nombreuses variétés parmi lesquelles nous citerons la *douche hépatique*, la *splénique*, la *vertébrale*, l'*épigastrique*, l'*hypogastrique*, le *bain de siège à eau courante*, la *douche des pieds*, le *bain de pieds à eau courante* et la *douche ascendante*.

Priessnitz administrait les douches locales à la colonne; on doit préférer pour les applications sur les diverses régions de l'abdomen le jet brisé ou même l'arrosoir, car il est indispensable d'agir, dans ces cas, avec une grande modération. Dans quelques installations, la *douche vertébrale* est appliquée à l'aide d'un tube vertical fermé à son extrémité supérieure, mais percé latéralement d'une à trois rangées de trous en face desquels le patient vient se placer de dos.

Bain de siège à eau courante.

Le *bain de siège à eau courante* sert à divers usages et mérite une courte description.

C'est un vase à double fond, ayant la forme d'un bain de siège ordinaire (fig. 9). On y a ménagé une

ou plusieurs rangées de trous fins dont les axes sont disposés de telle sorte que les jets qui en sortent

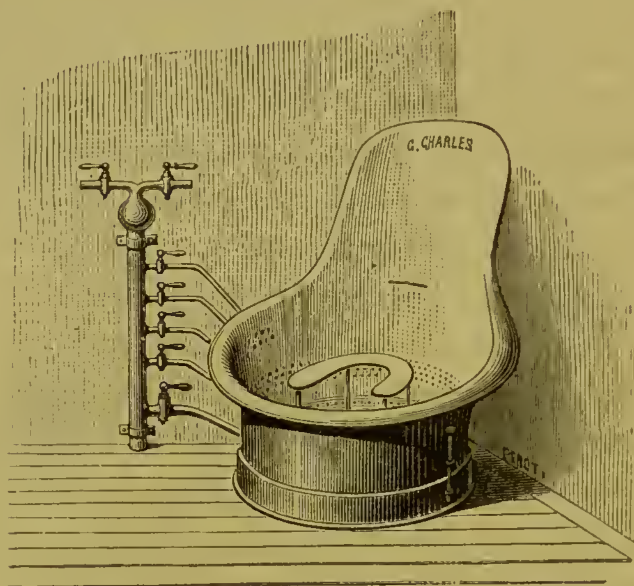


Fig. 9.

viennent converger vers le centre du bassin. Le liquide s'écoule par le fond.

Le malade, assis sur un petit siège métallique, reçoit

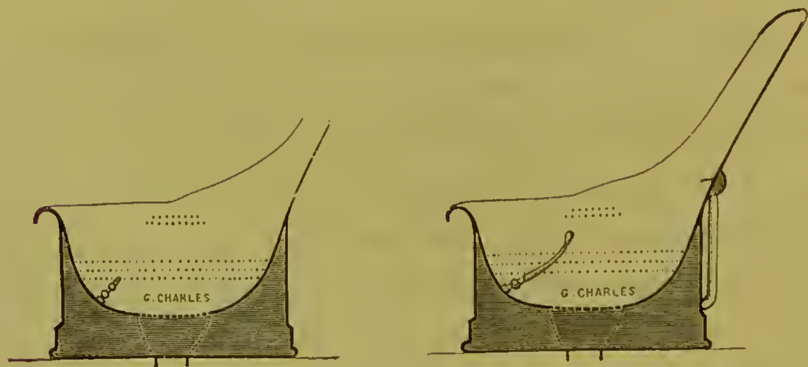


Fig. 10.

sur les lombes et autour du bassin une douche à épingles. Dans le même appareil se trouve disposé un ajutage vertical percé de petits trous et permettant de donner une douche hémorroïdale ou anale. Parfois

aussi, une fente ménagée dans le dossier du bain de siège, ou une triple série de petits trous, permet de donner une douche lombaire en lame ou à épingles.

Au point de jonction du quart inférieur du bain de siège avec les trois quarts supérieurs, un ajutage qui dirige un jet sur le périnée réalise la douche périnéale. Enfin, le même appareil peut servir à donner une douche vaginale à l'aide d'un conduit mobile qui permet de faire pénétrer l'eau dans le vagin où l'on introduit, si l'on veut obtenir une action plus profonde, un spéculum à jour (fig. 10).

Bain de pieds à épingles.

La *douche des pieds et des jambes* est administrée avec la lance ou avec un appareil spécial réalisant le bain de pieds à eau courante ou à épingles.

C'est, en général, un baquet de bois ou de métal dont

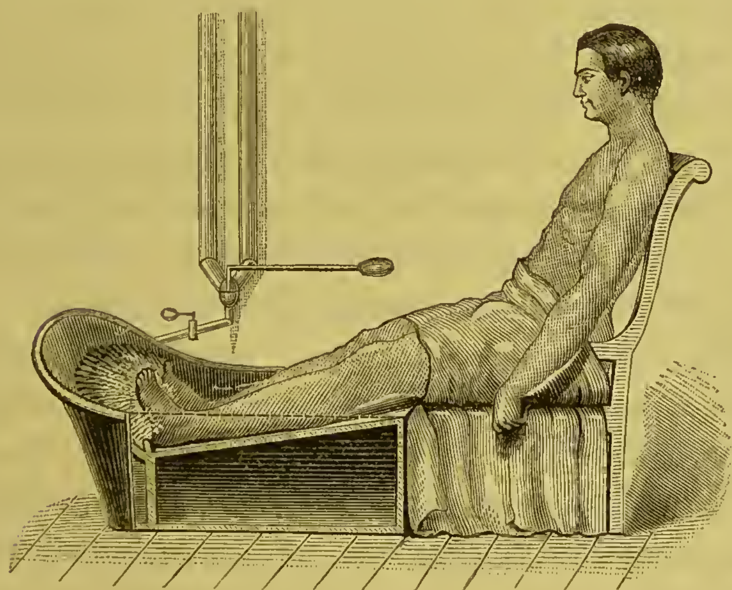


Fig. 11.

le fond forme un plan incliné sur lequel viennent reposer les jambes. De nombreux trous, percés dans la paroi qui regarde la plante des pieds, lancent de petits jets sur les parties inférieures (fig. 11).

On obtient ainsi une énergique action réflexe dans les mollets, dans les cuisses et jusque dans les organes du bassin. Il est bon de savoir que cette sorte de douche locale ne tarde pas à produire une sensation très douloureuse.

Caulet, qui s'est servi de la lance et d'eau à 12° et même à 8°, a observé que la douche des pieds ainsi administrée pendant 1 à 3 minutes détermine d'abord de la sensibilité, puis une sensation de plus en plus pénible et enfin horriblement douloureuse. A la fin de l'application il a noté du frisson et une extrême petitesse du pouls. Il aurait obtenu par ce procédé une puissante action décongestive des organes du bassin.

Jet céphalique.

Burgonzio décrit, sous le nom de *jet céphalique*, un filet d'eau projeté avec force qui, partant d'une petite distance du sol, vient frapper le front et les tempes avec de l'eau très froide. L'application de cette douche locale est au début de 2 à 4 minutes et plus tard de 8 à 10 minutes. Pendant les deux premières minutes on éprouve une sensation douloureuse insupportable, mais pendant les suivantes un véritable bien-être. Ce moyen réussirait dans les céphalées rebelles.

Douche ascendante.

Enfin, citons encore la *douche ascendante*, qui n'est autre qu'un lavement à forte pression et à jet continu. Elle peut être installée de diverses manières. L'appareil de Delmas est un siège creux métallique, en forme de chaise percée, maintenu à une température déterminée à l'aide d'un courant d'eau chaude. Au centre se trouve une cuvette en porcelaine pour recevoir l'eau, cuvette obturée par un siphon hydraulique qui empêche toute odeur (fig. 12).

Un robinet y entretient un lavage à eau courante. La canule est adaptée à un cône mobile, métallique,

résistant, qui amène un jet gouverné par un robinet régleur permettant de faire varier la pression.

La température de l'eau utilisée est déterminée à

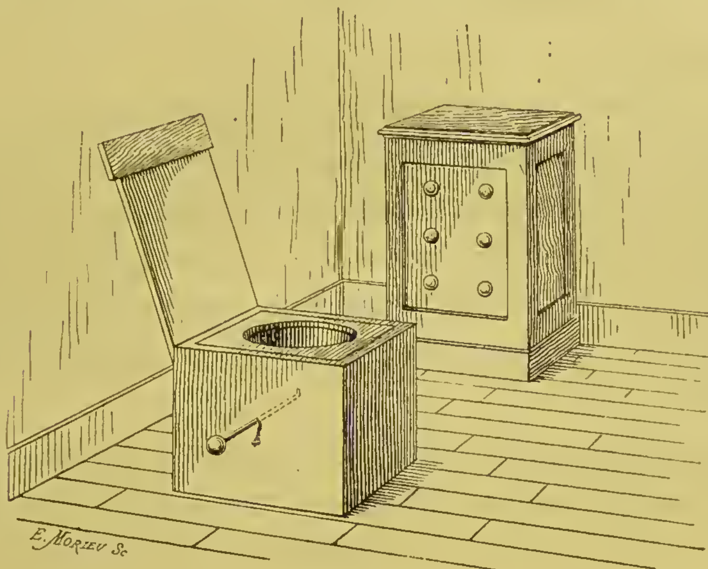


Fig. 12.

l'avance par un mélange dans un petit bassin d'alimentation. On se sert au début d'eau tiède et plus tard, mais non toujours, d'eau dégourdie.

Les *applications froides sans percussion* sont, comme les précédentes, générales ou partielles. Applications sans percussion.

Les *affusions*, *lotions* et *épongements*, se pratiquent avec de l'eau à 25-20°, et bientôt, dès que les malades y sont habitués, avec de l'eau à 12-10°. Affusions.

Ces pratiques, trop simples pour être décrites, ont une durée de 40 à 60 secondes. Pendant que l'eau est versée sur le corps, on fait exécuter des mouvements par le patient, puis l'application est suivie d'une friction sèche modérée.

On peut faire varier le mode d'administration de ces pratiques suivant le but à atteindre. Nous reviendrons sur ce point, à propos des procédés de la méthode réfrigérante.

Drap mouillé.

Le *drap mouillé* est également, suivant son mode d'emploi, une pratique hydrothérapique ou un des procédés de la méthode réfrigérante. Voici, d'après Bottey, comment on s'en sert en hydrothérapie proprement dite.

On choisit un drap de grosse toile et d'une assez grande ampleur. Il est trempé dans de l'eau à 12-8°, puis exprimé par torsion. Le malade se mouille le visage, la poitrine, puis reçoit le drap déplié sur les épaules. Ce drap doit envelopper tout le corps à partir du cou et être enroulé autour des extrémités inférieures.

Le malade se frictionne lui-même en avant avec le drap tandis que le doucheur pratique de la même manière une friction à la partie postérieure du corps. Les pieds nus reposent sur le sol et non sur le drap. Les frictions sont continuées pendant 5 minutes jusqu'à échauffement. Le drap mouillé est alors enlevé et remplacé par un drap sec et rèche avec lequel on exécute une courte friction. Cette pratique peut être suivie d'un massage et de repos au lit ou bien, au contraire, après l'habillement, d'une courte promenade.

Quand il y a tendance à la céphalalgie, on applique pendant l'enveloppement une compresse froide sur la tête ou l'on fait prendre après un bain de pied chaud.

Les effets du drap mouillé sont identiques à ceux de la douche, mais moins intenses. Ce moyen peut être utilisé au début d'une cure lorsqu'il s'agit d'individus délicats, peu résistants; on peut aussi le considérer comme un bon procédé d'hydrothérapie à domicile.

Maillot humide.

Le *maillot humide* était la principale pratique de Priessnitz. Suivant la manière de l'appliquer, on en tire

des effets variables. Le procédé hydrothérapique proprement dit, qui seul doit trouver place en ce moment, est destiné à produire une action toni-sédative.

On trempe un drap dans de l'eau à 12-8°. Le drap, préalablement tordu, est étendu sur une couverture de laine disposée à l'avance sur un petit lit de fer.

Le malade est alors déposé sur le drap et enveloppé successivement dans le drap et dans la couverture d'une manière assez serrée, mais telle que les mouvements respiratoires ne soient pas gênés. L'enveloppement, dans ce cas, dure seulement 10 à 20 minutes; il doit cesser au moment où commence la réaction, quand le pouls tend à se relever. Pendant ce temps une compresse froide est appliquée sur la tête et la fenêtre est maintenue ouverte.

Dans quelques cas, on fait suivre l'application du maillot d'une lotion fraîche pratiquée avec de l'eau à 24-18° et d'une friction. On peut se servir de ce procédé pour préparer les malades à l'emploi de la grande douche.

On donne le nom de *piscine*, en hydrothérapie, à une grande vasque construite au niveau du sol et d'un volume de 8 mètres cubes environ. Elle doit être entourée d'une bordure de couronnement et desservie par un escalier doux portant une main courante. Elle a habituellement 1^{m},30 de large sur 2 à 3 mètres de longueur et une profondeur de 1^{m},20 à 1^{m},40 au maximum. L'eau y reste immobile où y pénètre brusquement à volonté sous la forme d'une *vague*. On désigne ainsi une lame liquide, sortant sous forte pression au niveau même de la nappe d'eau contenue dans la piscine (fig. 13). Piscine.

Cette eau est à une température de 10 à 18°. Le

patient y séjourne un temps qui varie de quelques secondes à une minute. L'effet qu'on en obtient est naturellement en rapport avec la température et la durée du séjour. L'immersion courte est suivie de

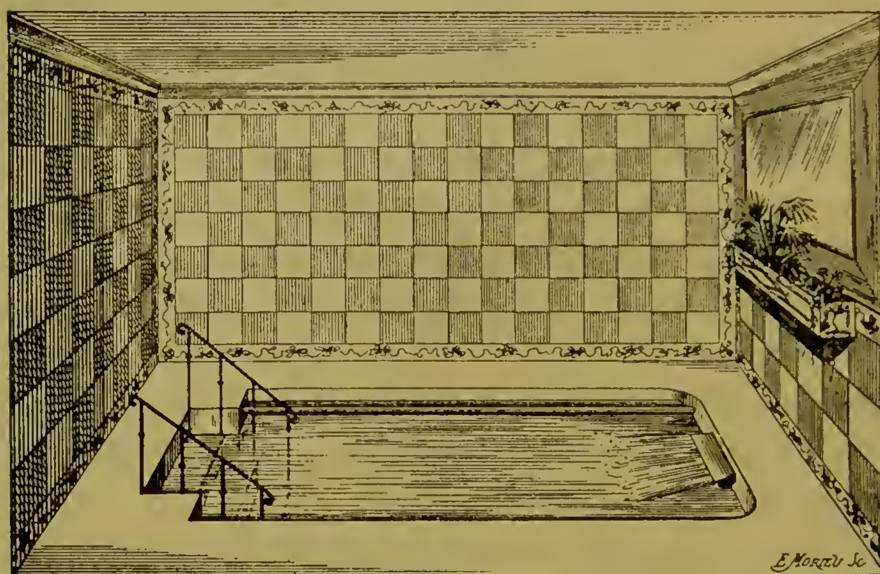


Fig. 13.

bien-être, d'effet sédatif et d'une diminution de l'insomnie ; plus prolongée elle tend à produire de la fatigue.

Bains. Les *bains de baignoire* tiennent une place à part en hydrothérapie, car ils ne sont guère utilisés que dans la méthode réfrigérante. Bien que je me sois déjà occupé des divers procédés de réfrigération à propos de la médication antipyrétique (Cours de 1886), je crois utile d'y revenir ici en vous indiquant les divers genres de bains réfrigérants, ainsi que les modifications apportées aux procédés hydrothérapiques ordinaires lorqu'on les utilise spécialement comme moyens antithermiques.

Les *bains réfrigérants* comprennent le bain froid d'emblée, le bain progressivement refroidi, le demi-bain.

Le *bain froid* d'emblée se donne le plus habituellement avec de l'eau à 20°. On a cependant fait parfois usage d'eau plus froide jusqu'au minimum de 15°. Dans certains cas, on se sert d'eau moins froide, de 20 à 25°. Le bain à 20° est le bain froid typique pour les typhoïsants, celui qui est appliqué dans la méthode dite de Brand. La durée de ce bain est de 10 à 20 minutes. L'immersion doit être prolongée jusqu'au moment de l'apparition du second frisson, apparition variable suivant maintes circonstances relatives à la maladie, à son stade d'évolution, à l'individu, etc. Bain froid.

Il faut toujours, dans l'administration de ce bain, prendre un certain nombre de précautions que vous connaissez déjà. Le malade sera donc surveillé soit par le médecin, soit par une personne compétente, qui réglera elle-même tous les détails de l'immersion, de sa durée et qui veillera à la manière dont le patient sera traité à la sortie de la baignoire.

En général, après un essuiement sommaire avec un drap sec, le malade reste enveloppé dans une grande couverture de laine tordue au niveau des pieds et est reporté dans son lit où il reste ainsi jusqu'au retour de la chaleur périphérique, etc.

Le *bain progressivement refroidi* a une température initiale de 33 à 35°. Bientôt cette température s'abaisse lentement par arrivée d'eau froide ajoutée par un tuyau de fond ou par un tube plongeant et divisé. On pousse le refroidissement jusqu'à 20°. La durée d'un tel bain est de 20 à 30 minutes. L'effet produit équivaut à celui du bain froid à 20° d'une durée de 10 minutes. Bain progressivement refroidi.

Le *demi-bain* est destiné à rendre plus aisées les Demi-bain.

frictions qui doivent accroître la perte de chaleur et rendre la réaction plus facile.

La baignoire est remplie d'eau jusqu'à une hauteur de 30 à 40 centimètres, de sorte que le malade n'est mouillé que jusqu'au niveau de l'ombilic environ. On peut ainsi pratiquer des frictions sur les membres et sur le tronc et faire faire des affusions froides sur la tête.

Ce procédé n'est pas exclusivement réservé à la méthode réfrigérante. On le fait suivre parfois, en hydrothérapie, d'une petite douche en arrosoir, donnée avec de l'eau à 12°.

Les autres procédés de la méthode réfrigérante comprennent les moyens relativement doux : les affusions, les enveloppements, les lotions.

Affusions réfrigérantes.

Les *affusions* pratiquées dans une baignoire peuvent se faire sans addition préalable d'eau dans la baignoire ou pendant le cours du demi-bain. Elles représentent une des premières pratiques de la méthode réfrigérante et elles ont été rendues célèbres par Currie d'abord, puis par Trousseau, Bartels, Jürgensen, Liebermeister.

Les affusions, malgré leur faible pouvoir réfrigérant, sont, en général, pénibles et plus difficilement supportées que le bain froid. Largement faites, elles procurent cependant un abaissement thermique assez notable. Elles doivent durer au maximum 5 minutes.

Assez souvent, on les combine avec des frictions sur les membres et sur le tronc.

Cette pratique s'est montrée efficace entre les mains de ses premiers promoteurs, pour ramener à la peau une éruption disparue ou sortant difficultueusement, pour fixer une fluxion articulaire dans le cours du

rhumatisme à forme grave (fièvres éruptives dites malignes, rhumatisme cérébral). Je l'ai souvent employée avec avantage chez divers malades délirants et, en général, dans ce cas, je fais verser sur la tête, dont le sommet est protégé par un bonnet ou par une compresse pliée, trois à quatre seaux de 10 litres chaque, remplis d'eau à 12°, pendant le cours d'un demi-bain.

Les affusions hydrothérapiques sont administrées, dans les établissements, dans une baignoire à demi remplie d'eau tempérée. On place une compresse froide sur la tête et on arrose les épaules avec un arrosoir rempli d'eau froide. Quand l'eau est à 12-10° et que la durée de l'application est courte, on obtient un effet excitant. En se servant d'eau plus douce et en prolongeant la durée de l'application, on peut obtenir de la sédation.

Envelop-pement froid.

Enfin on compte encore, parmi les procédés de réfrigération, l'*enveloppement froid* dans le drap mouillé, pratiqué d'une manière particulière, propre à faciliter la soustraction de chaleur.

Le drap mouillé dans de l'eau fraîche à 24-18° est jeté non tordu sur les épaules et disposé de manière à envelopper tout le corps. On le laisse en place jusqu'à ce qu'il s'échauffe légèrement, en faisant seulement quelques tapotements, avec la main à plat, sur les membres et sur le tronc. Quand le drap s'est échauffé, on peut le remplacer et recommencer plusieurs fois l'enveloppement ou bien encore verser sur le corps, sans retirer le drap, deux ou trois baquets d'eau tempérée.

Bottey, qui recommande ce procédé, le considère comme toni-sédatif en même temps que légèrement antipyrétique.

Le véritable enveloppement antithermique, le seul qui puisse se pratiquer dans le lit et être appliqué aux malades adynamisés, cyaniques, est le maillot humide, précédemment décrit, avec renouvellement du drap toutes les 5 ou 10 minutes suivant la rapidité avec laquelle il s'échauffe, jusqu'à production d'un fort frissonnement. On emploie ainsi, dans une séance, cinq à six draps. Quatre enveloppements successifs produisent sensiblement le même effet qu'un bain à 20° de 10 à 15 minutes de durée.

Pour exprimer à peu près la valeur relative des divers moyens de la méthode réfrigérante, von Ziemssen et Immermann ont imaginé une formule utile à retenir. En désignant par A les affusions froides, par E les enveloppements, par P les bains refroidis et par F les bains froids, on a :

$$A : E : P : F = 1 : 2 : 3 : 4.$$

Remarquez toutefois que le renouvellement des enveloppements dans une même séance permet d'obtenir une action équivalente à celle du bain froid.

Arrosement.

Pour compléter la description des moyens de réfrigération, je citerai encore le procédé utilisé récemment par Fenwick, de Londres. Il est fondé sur la *production de froid* que détermine l'*évaporation de l'eau* répandue à la surface du corps.

Après avoir disposé sur un petit lit de fer une couche de mackintosh (toile imperméable), puis une couverture de laine pliée en quatre, on y place le malade mis à nu et on l'arrose avec un arrosoir plein d'eau pendant environ 10 minutes ou plutôt pendant une durée variable suivant les cas. On s'est servi d'abord d'eau à 10°, mais on a reconnu qu'il vaut mieux employer de

l'eau chaude à 45°. Le moyen serait très efficace, surtout quand il est employé au moment où la température fébrile tend naturellement à décroître.

Jusqu'à plus ample informé, cette pratique nous paraît offrir plus d'inconvénients que d'avantages.

SEPTIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE)

DESCRIPTION DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS. — Applications froides partielles : bain de jambe ; bain de siège à eau dormante ; enveloppements humides ou froids partiels. — Bains et douches d'air ; berceau à glace ; emploi de l'air décomprimé. — II. *Applications chaudes.* — A. *Procédés avec percussion :* douches chaudes générales, locales. — B. *Procédés sans percussion :* maillot sec ; maillot humide ; demi-maillot ; bains de baignoire ; bain de piscine tempéré à eau courante ; bains partiels ; bains d'air et de vapeur : étuve humide, douche de vapeur, étuve sèche.

MESSIEURS,

Poursuivons la longue description des procédés d'application du froid. Parmi ceux dans lesquels la percussion n'intervient pas, nous trouvons encore les applications partielles.

Bain de jambes.

Le *bain de jambes* se donne avec de l'eau modérément froide de 24 à 30°. Lorsqu'il est suffisamment prolongé, il détermine un effet révulsif puissant.

Bain de siège à eau dormante.

Le *bain de siège à eau dormante* nécessite de l'eau à une température analogue, de 25 à 30°. Pendant sa durée, qui est au plus de 15 minutes, une compresse froide placée sur la tête et le front empêche l'apparition de la céphalalgie. Pour éviter la fatigue qui résulte de la situation fléchie des cuisses, Delmas se sert d'une sorte de chaise longue (fig. 14). Viennent ensuite les applications plus strictement localisées.

Les enveloppements humides partiels avec des com-

presses sont plutôt, en raison de la longue durée de l'application, des procédés d'échauffement.

Les véritables applications froides se font à l'aide de

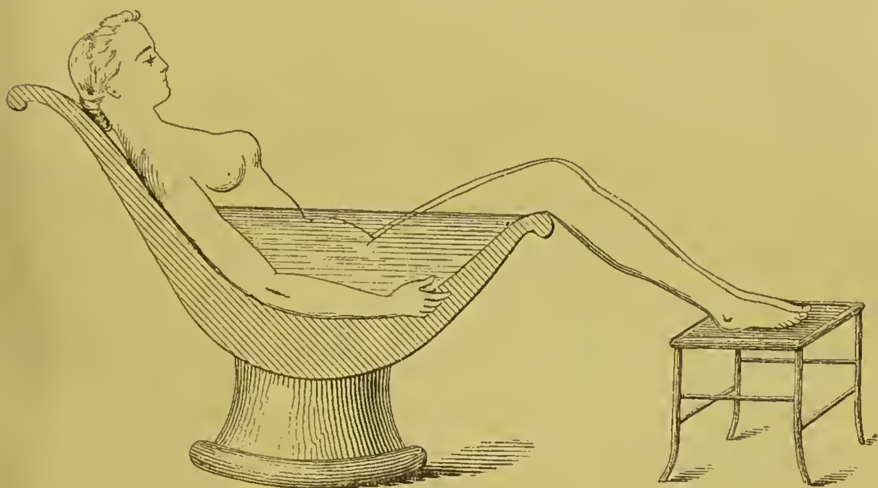


Fig. 14 (d'après Delmas).

serpentins dans lesquels l'eau se renouvelle plus ou moins rapidement, ou de sacs remplis de glace.

Serpentins et sacs.

Les *serpentins* ont l'avantage d'empêcher l'échauffement des parties sur lesquelles on les applique et de pouvoir prendre les formes les plus diverses. Ce sont, en effet, des siphons de caoutchouc, nus ou recouverts de toile, dont la longue branche peut prendre, en un point donné de son parcours, une forme appropriée à la région sur laquelle doit porter l'application.

On les a parfois remplacés par des *matelas froids* dans lesquels on fait circuler un courant d'eau.

Parmi les appareils construits sur le principe des serpentins, nous citerons la *ceinture réfrigérante* de Dumontpallier et Galante, dont l'emploi semble être abandonné, le *bonnet réfrigérant*, etc. (appareils de Gariel, Petitgand, Galante) (Voy. *Médication antipyrétique* et *Médication antiphlogistique*).

Les *sacs à glace* sont faits avec une vessie ou avec un

sac de caoutchouc; les plus soignés sont ceux de Chapmann, destinés à la réfrigération de la région rachidienne. Le sac vaginal pour la réfrigération du vagin doit être également mentionné.

Sonde froide

Je signalerai encore, au nombre des appareils à réfrigération locale, la *sonde froide* ou *psichrofore*.

C'est un cathéter à double courant, sans fenêtre (Winternitz), présentant un tube d'afflux et un d'issue. On en fait parvenir l'extrémité au col de la vessie et on y établit un courant d'eau à 14-10° pendant 8 à 12 minutes. Il vaut mieux encore se servir au début d'eau à 18-16°, que l'on refroidit très lentement.

Burgonzio s'en est servi avec avantage en cas de pollutions et d'impuissance.

Atzperger a imaginé un tampon métallique analogue, destiné à la réfrigération du rectum pour combattre les hémorroïdes et les engorgements prostatiques.

Bain d'air.

Pour être complet, nous dirons quelques mots de l'emploi de l'*air comme agent de réfrigération*.

Vous vous souvenez qu'en raison de ses qualités physiques, l'air est peu propre à produire une soustraction notable de calorique. Les bains aériens ont cependant fait l'objet de quelques essais, parmi lesquels je mentionnerai ceux de Kaczarowski (1879) et de Traubenberg (1883) (Voy. *Médication antipyrétique*).

Plus récemment, un médecin de Londres a repris la question en se servant d'un dispositif nouveau auquel il a donné le nom d'*icecradle* (berceau à glace). L'appareil de Soltan Fenwick se compose de 5 à 6 cerceaux de fer reposant par leur base sur le lit (fig. 15) et portant chacun, au sommet de leur courbe, au-dessus du lit, un seau de zinc à moitié plein de glace. Chaque seau est enveloppé de manière à empêcher l'égouttement et

les cerceaux sont recouverts d'une légère couverture. Le malade, vêtu d'une simple mousseline non transparente, repose ainsi dans une atmosphère refroidie, une bouillotte d'eau chaude aux pieds. Il est nécessaire de faire circuler l'air autour du lit. Dans ces conditions l'atmosphère qui entoure le malade n'est refroidie que de 1 à 2 degrés.

Cependant on voit parfois survenir des frissons ou

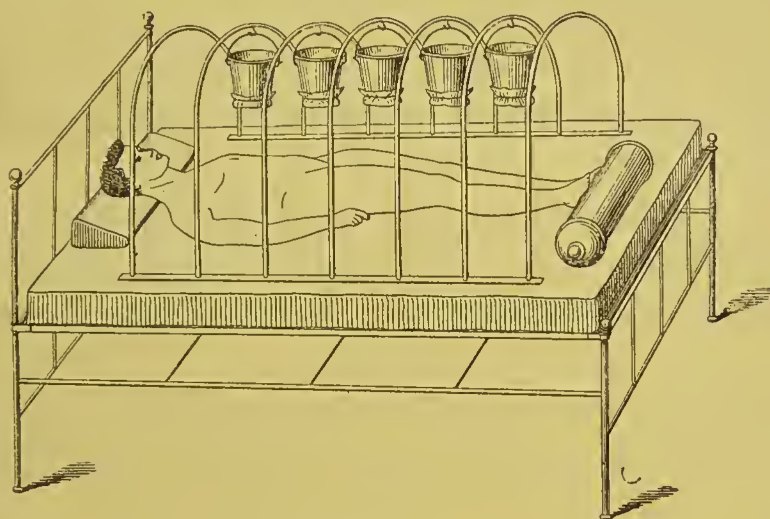


Fig. 15.

bien un abaissement thermique au-dessous de 38°. Dans l'un et l'autre cas, on cesse l'application. Mais souvent on a dû maintenir des typhiques dans le berceau à glace pendant dix à quatorze jours consécutifs. Je ne puis encore porter un jugement sur ce procédé ; je vous l'indique à titre de renseignement.

Mentionnons encore les douches d'air imaginées par M. Dupont (1884). Vous savez qu'il existe dans Paris une canalisation d'air comprimé, destinée à mettre en mouvement les horloges pneumatiques. M. Dupont a eu l'idée d'utiliser cet air sous pression pour administrer des sortes de douches. La décompression de l'air produit un froid assez intense, bien que le courant Douche d'air.

d'air ait encore, au moment où il vient frapper la surface du corps, une grande force de percussion.

La capacité calorifique de l'air étant beaucoup plus faible que celle de l'eau, le procédé en question se rapproche plus du massage que de la douche d'eau.

Dupont a noté l'excitation des muscles profonds, de l'estomac par exemple, à la suite de l'application faite au niveau de la région épigastrique. Il ne mentionne pas les modifications thermiques obtenues.

Après la douche d'air la peau devient rouge et les malades éprouvent une sensation de chaleur périphérique.

Le procédé paraît être plus facile à supporter que la douche d'eau, et il se prête particulièrement bien aux applications localisées.

Applications chaudes.

Abordons maintenant la description des applications chaudes, en commençant, comme pour les froides, par les procédés dans lesquels intervient la percussion.

Douche.

La *douche générale* commence à être chaude à partir de 33 à 35°. Si on ne dépasse pas cette température, l'évaporation de l'eau à la surface du corps, pendant l'application et immédiatement après, détermine une action rafraîchissante légère.

L'impression de chaleur étant naturellement moins forte que lors d'une immersion, il faut dépasser la température de 35° pour que la douche soit réellement chaude, c'est-à-dire réchauffante.

On peut arriver jusqu'aux températures de 40 à 45°. Il est très rare de dépasser cette dernière. Le plus habituellement on élève progressivement la température de l'eau depuis 30 ou 32° jusqu'à 40 ou 42°. D'où

la nécessité d'avoir un outillage permettant de graduer convenablement la température et surtout de connaître le plus exactement possible cette température à chacun des moments de l'application. Comme le plus souvent la température de l'eau utilisée est le résultat d'un mélange d'eau froide et d'eau chaude, qui se fait instantanément grâce à la pression, cette dernière condition — c'est-à-dire la détermination exacte de la température — est presque toujours imparfaitement réalisée.

Le plus souvent la douche chaude est administrée avec le jet brisé. Quand on se sert de la pluie, on emploie de l'eau simplement dégourdie.

Les *douches partielles ou locales* sont données avec les mêmes appareils que pour les applications froides.

Les procédés dans lesquels on ne fait pas intervenir la percussion sont les plus nombreux. Et tout d'abord, nous trouvons les divers genres d'enveloppement destinés à produire la sudation.

La sueur peut être provoquée aussi bien par les moyens qui s'opposent à la déperdition du calorique que par les procédés faisant absorber de la chaleur. Les premiers sont les maillots : maillot sec et maillot humide.

Le *maillot sec*, plus usité en Allemagne que chez nous, est appliqué de la manière suivante. Maillot sec.

Après avoir disposé sur le matelas une ou deux couvertures, puis un grand drap, on place le malade très d'aplomb sur le dos, les bras étendus le long du corps, la tête basse, reposant sur un petit coussin. Le drap est alors relevé et serré autour du corps et mis de manière à dépasser par en haut les couvertures. En bas il est roulé en corde et ramené sous les talons ;

puis les couvertures sont bordées. On ne doit pas laisser de vide entre les deux épaules, la poitrine et le cou, tout en ne gênant pas les mouvements respiratoires.

On place une boule d'eau chaude aux pieds et on ajoute, au besoin, des couvertures ou un édredon.

Le patient ainsi emmailloté reste au repos pendant au moins une heure, parfois pendant trois à quatre heures.

La surface de la peau s'échauffe d'environ 2 degrés.

Dans les cavités, la température s'élève de 0°,1 à 1° au plus. La quantité d'eau perdue pendant une application prolongée n'est guère que de 100 grammes.

A la longue il survient des malaises, de la pesanteur de tête, de la turgescence de la face, des vertiges, des bruissementsd'oreille, et, enfin des nausées, de la soif et de la fatigue.

Maillot humide.

Le *maillot humide* n'est que le drap mouillé déjà décrit, prolongé jusqu'à sudation, c'est-à-dire pendant une heure et demie à deux heures et demie. Après l'application, le patient est soumis au bain froid de piscine ou à des frictions avec un linge mouillé. Le maillot humide produit au début une impression peu agréable et quelques frissons; mais, quand la température commence à s'élever, le patient éprouve du bien-être et tend à s'endormir. Pendant le cours de l'application, les vaisseaux cutanés restent contractés; ils ne se dilatent qu'après. A ce moment, la température du corps est très légèrement augmentée. Priessnitz se servait du maillot humide comme moyen de préparation à la douche. On en obtient une courte excitation, suivie de sédation. D'après Vinaj il ne serait jamais débilitant.

Les enveloppements partiels sont plus souvent utilisés encore que le maillot humide.

Le *demi-maillot* est l'application humide limitée au tronc. On place sur le devant du corps une grande compresse de toile mouillée qu'on recouvre d'une toile imperméable et le tout est maintenu à l'aide d'une bande de flanelle. Demi-maillot.

Le matin, au moment où on l'enlève, le patient est soumis à une lotion ou à une friction froide. Appliqué pendant la nuit, le demi-maillot possède une action somnifère. D'une manière générale, il est sédatif.

Le *maillot abdominal*, un peu moins étendu, est employé souvent dans les états dyspeptiques. Il produit sensiblement les mêmes effets.

On emploie encore la ceinture thoracique, la ceinture cervicale (Oppolzer), les enveloppements articulaires, les enveloppements des pieds, destinés à combattre le refroidissement des extrémités.

Le *bain* est le moyen le plus employé. Le *bain ordinaire* ou *tempéré* est donné avec de l'eau à 33-34°; il est dit parfois *indifférent* parce que, théoriquement, il ne devrait produire aucun effet physiologique. Chez les non-fébricitants, lorsqu'il atteint la durée d'une heure au moins, il exerce une action sédative qu'on rapporte à l'imbibition de la peau et à la soustraction des extrémités nerveuses à l'impression des excitants extérieurs. Chez les fébricitants, il modère la température fébrile, ainsi qu'Hippocrate déjà l'avait reconnu. Chez l'homme sain il ne déterminerait d'après Liebermeister, aucune modification de la température. Et, en effet, G. von Liebig n'a noté que des fluctuations insignifiantes pendant et après le bain. Cependant, plus récemment, Théry a observé une légère diminution de la température après Bain tempéré.

le bain d'eau à 33-36°, d'au moins une demi-heure de durée, et C. Chauvet, à Royat, a fait la même constatation pour le bain à eau courante de 34 à 35°. L'abaissement de la température centrale se produirait lentement pendant le bain et s'accentuerait pendant quelque temps encore après pour disparaître plus tard progressivement.

Enfin, disons dès maintenant que le bain tempéré

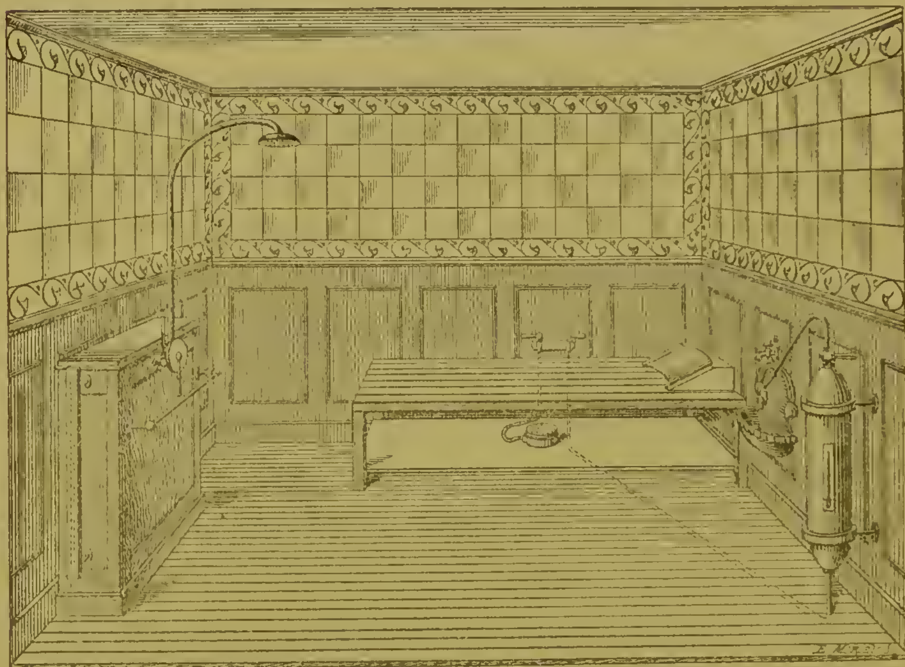


Fig. 16.

semble, d'après les derniers travaux, activer la nutrition générale (Zawadzki).

Bain chaud.

Le *bain chaud*, le bain de piscine tempéré à eau courante, les bains partiels ne sont guère utilisés que dans certaines stations thermales. Ces diverses pratiques peuvent produire des effets excitants ou sédatifs.

A partir de 37° et au-dessus, le bain chaud est suivi d'une élévation de température de 1° à 4° (Liebermeister) et d'une sudation plus ou moins abondante qui continue après le bain (Bonnal).

Nous aurons plus tard à revenir sur cette question des bains à propos des eaux minérales.

Il nous reste encore à parler des bains d'air et de vapeur. Les généraux sont les bains d'étuve que l'on distingue en bain d'étuve humide ou de vapeur et en bain d'étuve sèche.

L'*étuve humide* est particulière ou commun. La pre- Étuve humide.

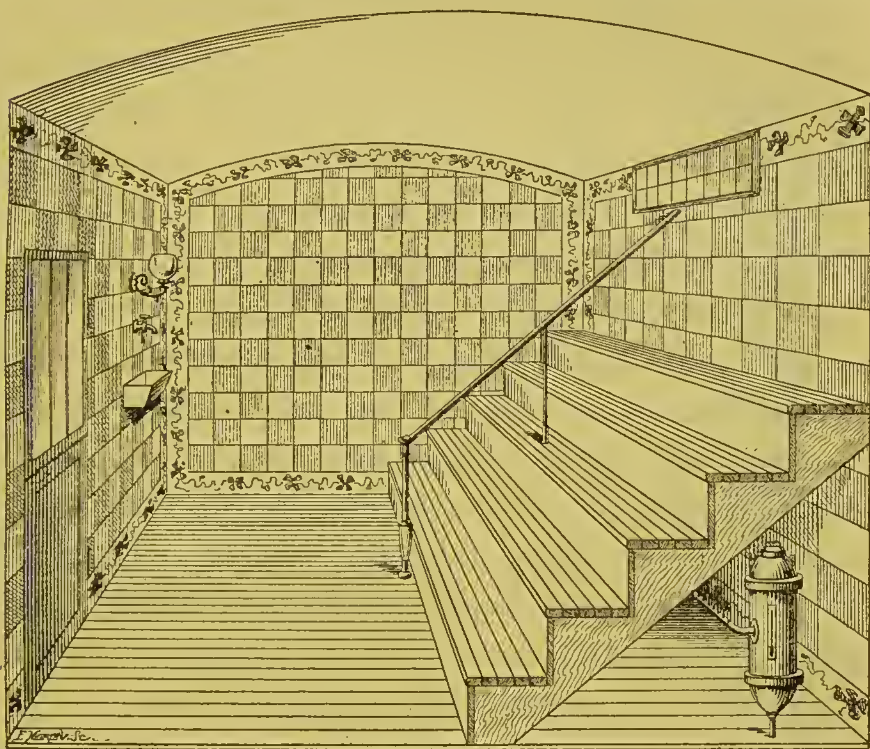


Fig. 17.

mière est constituée par une petite chambre de 2 mètres sur 2 mètres, d'une hauteur de 2m,50 à 3 mètres, dont le plafond est en voûte ou terminé sur les côtés par une forte pente (fig. 16). La chambre doit contenir un lit de bois pour le patient, un robinet de vapeur placé contre la paroi opposée au lit, une sonnette et un thermomètre à proximité du malade. Enfin, il est encore nécessaire d'y mettre une cuvette d'eau fraîche et un appareil à douche.

L'*étuve commune* est disposée d'une manière très variable suivant les établissements et les localités. En général elle renferme des gradins assez larges pour permettre aux patients de s'y asseoir commodément, de s'y coucher même(fig. 17). Au fur et à mesure qu'on monte les gradins, la chaleur y devient plus élevée et des thermomètres indiquent la température de l'atmosphère des divers étages. Cette température varie habituellement de 35 à 75°; elle est, en moyenne, de 45 degrés.

Dans les établissements, on séjourne le plus souvent dans l'étuve le corps nu, dépouillé de tout vêtement. Dans certaines stations thermales, où les chambres de vapeur restent à une température de 32 à 35°, les malades conservent un vêtement léger.

Au début la sensation de chaleur qu'on éprouve dans l'étuve humide à 45° environ est difficile à supporter ; mais, au bout d'un petit nombre de minutes, le malaise disparaît, la respiration devient libre et régulière, la tête se dégage et bientôt la sueur apparaît. Plus tard on éprouve une certaine fatigue. La durée de cette sorte d'application est de 30 à 45 minutes. Dans beaucoup de cas l'étuve humide est associée à d'autres procédés hydrothérapiques. Wigand a calculé que la perte en poids qu'on y subit est d'environ 15 grammes par minute. Mais il faut faire observer qu'au fur et à mesure que l'atmosphère de l'étuve se sature, la perte aqueuse éprouvée par l'organisme va en diminuant.

Dans les chambres de vapeur maintenues à la température de 43°,8 à 50°, pour une durée moyenne de séjour d'environ 40 minutes, la perte d'eau s'est élevée, d'après les estimations d'Œrtel, de 222 grammes à 743 grammes. Cette perte s'est montrée sans rapport, soit avec la surface du corps, soit avec le poids corporel.

L'élévation de la température centrale y est d'abord lente, puis ensuite plus rapide.

A 33-34°, elle se traduit par quelques dixièmes de degrés seulement (Liebermeister); quand l'atmosphère atteint 51 à 53°, la température centrale monte en 10 minutes de 36° à 40°,4 et en 30 minutes de 38 à 41°,6 (Bartels et Jürgensen). Frey et Heiligenthal ont trouvé dans des chambres de vapeur dont la température était de 50 à 58°, la température centrale à 39° au bout de 30 minutes. Ainsi donc l'étuve humide détermine constamment une élévation de la température du sang.

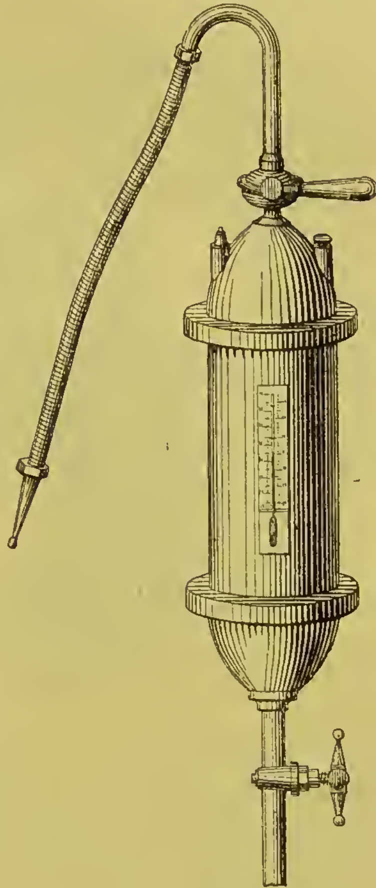


Fig. 18.

Douche de vapeur.

La *douche de vapeur* est un jet de vapeur que l'on dirige, en général, pendant le cours du bain d'étuve, sur un certain point du corps, au moyen d'un réservoir de vapeur (dit réservoir de purge) muni d'une lance. On introduit parfois, dans ce réservoir, des liquides ou des plantes aromatiques (fig. 18).

L'*étuve sèche*, rarement utilisée comme application isolée, est une salle hermétiquement close, chauffée par divers moyens, tels que circulation d'eau, de vapeur ou d'air. Nous y reviendrons à propos du bain turc. Les bains d'air sec ou humide se pratiquent encore à l'aide de deux autres procédés : étuve à la lampe, bains de caisse.

Étuve à la lampe.

L'*étuve à la lampe* date du XVIIe siècle. C'est une chaise de bois munie de cerceaux s'élevant jusqu'aux épaules et dont le siège est percé de quinze à vingt trous d'un centimètre de diamètre. Entre les pieds se trouve une planche à jour et en avant un escabeau

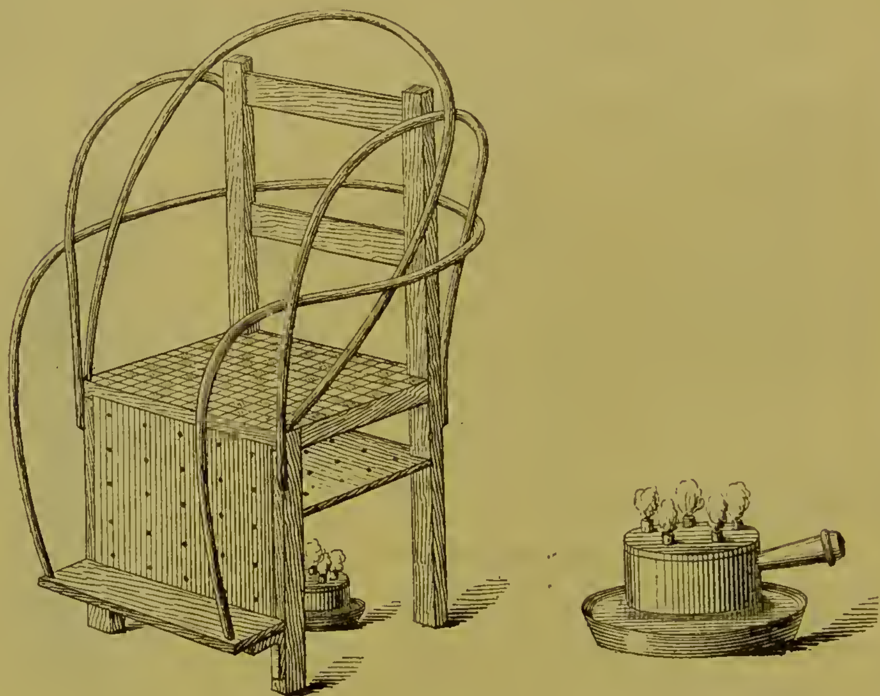


Fig. 19.

pour les pieds. Le malade, dépouillé de ses vêtements, est assis sur la chaise et enveloppé ensuite dans une couverture de laine qui remonte jusqu'au cou et par-dessus laquelle on étend une toile imperméable. Pour produire l'air chaud on fait brûler sous la chaise une grosse lampe à alcool à quatre ou cinq becs (fig. 19).

La température de l'air qui entoure le patient doit monter à 40-50°. La pièce doit être aérée. Pour faciliter la sudation, on fait boire au malade toutes les 10 minutes un verre d'eau fraîche. Tant que la température ne dépasse pas 50°, le pouls est peu modifié

et la température interne ne monte pas sensiblement. Mais quand l'air de l'étuve arrive aux températures de 55 à 60°, le malade éprouve une sensation de brûlure à la peau, de la soif, des nausées, des bruissements d'oreille, tandis que le pouls devient fréquent et que la température interne s'élève.

L'avantage de ce procédé, qui maintenant est rarement utilisé, réside en ceci, qu'il peut, à l'aide d'un outillage analogue, être appliqué dans le lit lorsque les malades sont incapables de se lever. Il suffit de ménager, à l'aide de cerceaux placés sous les couvertures, une sorte d'espace dans lequel un tuyau venant en s'évasant surplomber la lampe conduit l'air chauffé par celle-ci.

A l'emploi de la chaise on substitue souvent le *bain en caisse*. L'appareil est variable. Il peut être en bois et fermé par un couvercle percé d'un trou pour la tête ou bien en marbre et avoir la forme d'une borne creuse, fermée par un couvercle percé et mobile. Un banc ou une chaise permet au malade d'être assis et de passer la tête à travers l'orifice du couvercle, de manière à respirer à l'air libre, et une collerette vient obturer l'espace resté béant entre le cou et le bord de l'orifice (fig. 20). Ces caisses peuvent servir à l'administration d'un bain de vapeur simple ou médicamenteux, ou bien d'un bain d'air chaud. Pour ce dernier l'échauffement de l'air est obtenu au moyen d'une lampe à alcool, ou bien de plaques en fonte, ou encore de briques rougies au feu. Caisse.

Dans l'étuve sèche l'air n'étant pas saturé de vapeur, la sudation est plus facile et plus abondante que dans l'étuve humide, mais elle cesse immédiatement quand le malade sort de l'atmosphère échauffée (Bonnal).

Les phénomènes produits se déroulent d'une manière plus progressive que dans le bain de vapeur, de sorte que, somme toute, l'étuve sèche est plus facilement supportée que l'étuve humide.

La capacité calorifique de l'air n'étant que les trois millièmes de celle d'un égal volume d'eau, et d'autre part la sueur et l'évaporation étant rendues plus aisées par la sécheresse de l'air, on comprend pourquoi cer-

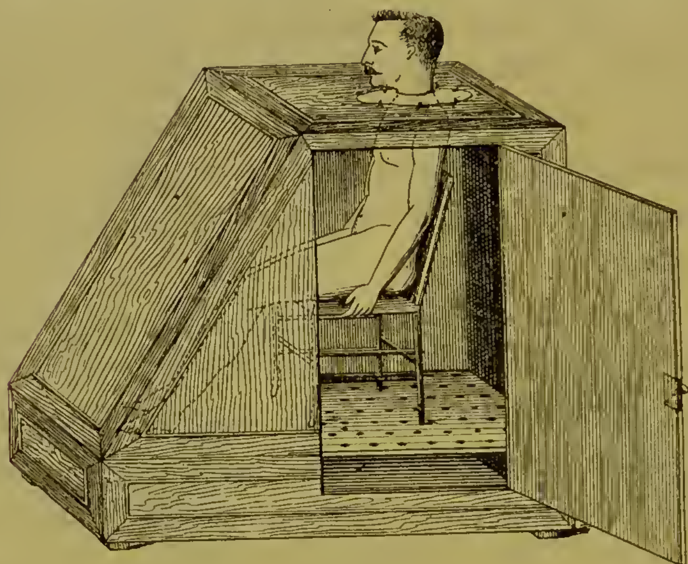


Fig. 20.

tains expérimentateurs ont pu pénétrer et séjourner pendant un certain temps dans des étuves dont la température était supérieure à celle de l'eau bouillante. Dans les expériences de Fordice et Blagden, de Dobson, la température des étuves s'est élevée jusqu'à 127°. Plus récemment Bonnal a poussé la température de l'air sec jusqu'à 135 degrés.

Dans les conditions ordinaires, la température du sang s'élève moins dans l'air sec que dans l'air humide.

Dans une étuve dont l'atmosphère était de 50° à 90°, E. Large a observé, au bout d'une heure à une

heure et demie, une élévation de 0°,5 à 1° au maximum. Flemming a noté une élévation de 2° dans une étuve de 76° après 50 minutes de séjour.

Le retour de la température interne à la normale s'effectue d'une manière progressive.

HUITIÈME LEÇON

AGENTS THERMIQUES (SUITE ET FIN).

Description des différents procédés (fin). — *Procédés mixtes ou combinés :* douche écossaise ; douche alternative ; bains alternatifs ; bain russe ; bains romains. — Préceptes généraux concernant la cure hydrothérapique. — Indications et contre-indications.

Messieurs,

Les différents procédés simples, que vous connaissez maintenant, peuvent être combinés entre eux de diverses façons suivant les besoins de la pratique. Le plus souvent on fait alterner les applications chaudes avec les froides, ou bien on fait suivre une seule application chaude, plus ou moins prolongée, d'une application froide, unique également.

Lorsqu'on emploie de l'eau à température suffisamment élevée et qu'on prolonge un peu la durée de l'application, on obtient une rubéfaction de la peau. Si, à ce moment, on fait intervenir brusquement de l'eau froide, la rougeur de la peau devient plus vive et la sensation de froid est fort atténuée. La phase dite de réaction se produit plus facilement et évolue plus rapidement, ou bien, au contraire, est retardée. L'effet cutané obtenu varie proportionnellement à la différence entre les deux températures des moyens employés, à la durée respective de l'application de l'eau chaude et de l'eau froide et enfin à la force de percussion.

On dispose ainsi de facteurs multiples à l'aide desquels on peut obtenir des effets plus divers qu'à l'aide des procédés simples.

Un des principaux moyens de cet ordre est représenté par la *douche écossaise.*

Douche écossaise.

Pour l'administrer on fait arriver les conduites d'eau chaude et d'eau froide dans un réservoir commun, d'où part le tube de décharge. Comme nous l'avons indiqué pour la douche chaude, le dispositif adopté permet d'avoir de l'eau à température variable par une simple manœuvre de robinets. Le mélange qui s'opère dans le réservoir commun est instantané, grâce à la pression. On peut donc se servir d'un seul tube. Le mieux est d'avoir deux tubes distincts, un pour la douche froide, un autre adapté au réservoir de mélange.

Habituellement la douche écossaise est à jet mobile et à température progressive. Bottey, qui en a fait une bonne étude, en distingue trois variétés : la révulsive, la révulsive tonique, la sédative et tonique.

La *douche révulsive* se donne avec de l'eau chaude, de 45 à 50°, dont on prolonge l'application pendant 3 à 5 minutes jusqu'à ce qu'on obtienne la coloration rouge cerise de la peau. Quelques aspersions froides faites à ce moment produisent la couleur rouge écarlate.

Une application de 5 à 6 secondes avec de l'eau à 8° suffit et n'intervient que pour enlever l'excès du calorique.

On se guide sur les colorations successives de la peau. Cette douche ne produit pas d'abaissement thermique ; elle détermine une action analgésique puissante.

Pour obtenir l'*action révulsive et tonique*, on procède exactement de la même manière ; mais on prolonge

l'application de l'eau froide pendant un certain temps après l'apparition de la teinte rouge écarlate, jusqu'à ce que le patient ait la sensation du froid. Après la douche la sensation de chaleur revient très rapidement.

Quand les malades ne peuvent pas supporter l'eau chaude à 45°, ou bien quand la peau ne rougit pas malgré l'emploi de l'eau à cette température, on obtient l'effet révulsif et tonique à l'aide d'une *double douche écossaise*.

La perte de tonicité des vaisseaux, produite par la première douche froide courte, rend la seconde douche écossaise plus efficace. La durée totale de l'application de ces deux douches ne doit pas dépasser la durée d'une simple douche écossaise.

La *douche sédative et tonique* est celle que Tartivel a décrite sous le nom de forme sédative de la douche écossaise, légèrement modifiée par Bottey.

On commence par une douche donnée avec de l'eau dont la température est de 35° au début; puis progressivement, dans l'espace de 30 secondes à une minute, on fait monter la température de l'eau jusqu'à 40-42°. On reste à la température maximum pendant une minute et demie à 2 minutes, et, pour terminer, on fait baisser progressivement la température de l'eau de façon à arriver, dans l'espace de 30 secondes à une minute, à celle de l'eau froide.

Après l'application la peau reste rosée, la température interne est à peine abaissée et elle revient très lentement, en deux heures au moins, à la normale.

Cette variété de douche peut servir de préparation à la douche froide lorsque les malades sont faibles ou pusillanimes.

La *douche alternative* est moins employée que la douche écossaise et les effets en sont moins bien étudiés. Elle consiste en l'administration alternative, plusieurs fois de suite et pendant un temps égal pour chaque douche, d'une application chaude et d'une application froide. C'est un procédé d'excitation plutôt que de sédation. La durée totale de cette douche est de 2 à 4 minutes.

Douche alternative.

On peut faire alterner les divers bains aussi bien que les douches. Le procédé décrit par S. Vinaj, sous le nom de *bain refroidi* est, en réalité, une sorte de *bain alternatif*.

Bain alternatif.

Le malade est mis d'abord dans un bain dont la température est de 34 à 36°. Il y reste pendant une période de 5, 10 ou 15 minutes. On refroidit alors rapidement l'eau, et dès que le malade commence à frissonner, ce qui survient au moment où l'eau est à la température de 25 à 23°, on le sort du bain et on le frictionne avec un peignoir rude. Pendant ce temps l'eau froide du bain est remplacée par de l'eau chaude et le malade est plongé de nouveau dans la baignoire. Au bout de 2 à 3 minutes, il est frictionné de nouveau. Cette pratique déterminerait un effet toni-sédatif.

Les applications partielles se prêtent également à diverses combinaisons. Nous choisissons comme exemple de ces procédés compliqués, celui qu'emploie Winternitz dans certaines formes de dyspepsie, notamment lorsqu'il existe de la cardialgie ou des vomissements. Le corps et les cuisses sont enveloppés dans un drap froid mouillé, tandis que, sur la région épigastrique, on applique un serpentin à travers lequel on établit une circulation d'eau chaude à 40°.

Applications partielles complexes.

Le malade éprouve, après une sensation de froid plus ou moins notable, une chaleur agréable.

Il ne me reste plus qu'à vous parler des combinaisons dans lesquelles on fait entrer un bain d'étuve.

Bain russe.

Le *bain russe* est un bain de vapeur (étuve humide) suivi d'une application froide. Le malade pénètre d'abord dans une étuve où l'on a disposé des gradins et un lit de bois. A la fin du bain de vapeur il s'étend sur le lit et est frictionné (fig. 16).

Il reçoit ensuite une douche en pluie, puis se plonge dans une piscine alimentée par de l'eau chaude et de l'eau froide. Dans une dernière chambre il trouve un lit de repos où il est encore frictionné. Cette pratique bien dirigée est toni-sédative.

Bain romain ou bain turc.

Le plus important des bains d'étuve complexes est le *bain romain*, nommé aussi *bain turc* ou *bain maure*. Tous les peuples soumis aux lois de l'Islam ont conservé, en les modifiant selon leur génie propre, les pratiques multiples du bain romain, comprenant le bain d'étuve, le nettoyage de la peau, le massage, l'emploi de piscines chaudes et froides, le repos, etc.

Les établissements où se prennent ces bains sont répandus partout en Orient (bains maures) et se font remarquer par l'habileté avec laquelle on y pratique le massage, tout au moins pour les hommes. Il y a environ vingt-cinq ans des établissements du même genre ont été créés en Europe : en Angleterre, en en France, en Allemagne, où ils ont pris le nom de bains turcs.

La profession de masseur remonte déjà au temps des Grecs. Les thermes romains ont emprunté la pratique du massage aux Grecs et aux Asiatiques (Asie Mineure), mais en lui faisant subir un amoindrissement.

Dans les bains maures elle est exécutée depuis longtemps par les mozabites, secte industrieuse et très civilisée, connaissant le massage par tradition. Mais pour les femmes le massage est exécuté par des négresses, qui sont beaucoup moins habiles.

Amédée Maurin a parfaitement décrit la disposition des établissements maures et la manière dont le bain y est administré. La construction est divisée en deux parties essentielles : la partie centrale ou étuve représente le *sudatorium*, *vaporarium* ou *laconicum* des anciens ; sur les côtés se trouvent les galeries ou couloirs avec les chambres publiques ou privées pour le repos. Au-dessous de l'étuve est placé le four (*hypocausis* des anciens), constamment alimenté par du bois. L'eau répandue dans l'étuve pour les ablutions modère et humidifie l'atmosphère de l'établissement.

La flamme du four vient chauffer un réservoir plein d'eau bouillante, surmonté d'une table de marbre située au milieu de l'étuve. La salle a la forme d'une croix latine, de sorte que la température y est irrégulièrement distribuée. Au-dessus de la table le thermomètre marque 62° ; aux extrémités des bras de la croix, on ne trouve plus que 45°. Au fond de la salle et au milieu de la muraille sont disposées des vasques en marbre ou en onyx auxquelles correspondent des robinets d'eau chaude et d'eau froide.

On commence par séjourner sur la table de marbre afin d'obtenir une sudation abondante ; puis on se livre au masseur qui pétrit les parties antérieures et postérieures du corps et exécute ensuite des frictions énergiques à l'aide d'un gant en poils de chameau. Après viennent les ablutions d'eau chaude et d'eau savon-

neuse ; puis l'arrosage avec des parfums et enfin la toilette, le repos et le thé.

Les bains turcs installés en Europe sont des étuves dont la température va de 50° jusqu'à 100°. On y pratique aussi le massage et on y fait usage des ablutions tièdes, de la piscine froide ou de la douche. Il est assez difficile d'en régler l'emploi d'une manière méthodique et scientifique. Aussi ces sortes d'établissements ne conviennent-ils guère qu'à des demi-malades.

Dans les pays chauds, ils sont fréquentés indistinctement par tous et ils constituent une pratique hygiénique. On y obtient une forte diaphorèse, surtout lorsqu'on boit, pendant le cours des diverses pratiques, une certaine quantité de liquide. L'ensemble des opérations n'aboutit pas, comme on pourrait le croire, à la fatigue, mais plutôt à un sentiment d'allégement et de bien-être. E. Large a constaté que l'effet général produit sur l'organisme par le bain turc se traduit par une excitation générale des échanges nutritifs.

D'après Œrtel, qui a étudié les pertes aqueuses subies par les patients dans l'établissement des bains romains de Kolditz, la quantité d'eau perdue dans chaque séance s'élève de 500 grammes à 1 kilogramme.

Messieurs,

Cure hydrothérapique.

Après cette description des divers procédés de l'hydrothérapie froide et chaude, je crois devoir vous indiquer les préceptes généraux relatifs à la manière de diriger une cure.

Lorsqu'il s'agit d'un cas tant soit peu grave, la cure doit être faite, non à domicile, mais dans un établissement convenablement installé et sous la direction

d'un médecin expérimenté. Presque toujours les malades peuvent continuer à vivre chez eux ou à l'hôtel; mais souvent l'internement est absolument nécessaire. En tout cas, vous devrez toujours considérer la cure hydrothérapique comme très sérieuse et ne pas perdre de vue que, faite d'une manière non méthodique, elle peut être plus nuisible qu'utile.

Lorsqu'il existe une indication pressante à l'emploi de l'eau froide, toutes les époques de l'année sont bonnes pour commencer la cure. Mais si cela est possible, on choisira de préférence pour l'instituer un temps modérément froid et sec, plutôt qu'un temps chaud et humide. Les malades impotents, incapables de prendre de l'exercice, de même que ceux qui sont atteints d'une affection des voies respiratoires, se trouveront mieux de faire leur cure en été plutôt qu'en hiver. Au contraire, cette dernière saison sera plus favorable lorsqu'il s'agira de modifier une maladie constitutionnelle (obésité, diabète, névrose, etc.).

La durée de la cure est, en général, longue. Assez souvent, au bout d'un certain nombre de jours, on verra survenir une sorte d'exacerbation des phénomènes morbides. Ce ne sera pas une raison pour suspendre la cure. On ne l'interrompra pendant quelques jours, pour la reprendre ensuite, que s'il survient de la surexcitation.

Dans les cas où la cure doit être très longue pour amener un résultat, il est nécessaire de la couper par des temps de repos de plusieurs semaines. Il n'est pas rare d'observer pendant ces périodes de repos, une amélioration qui faisait défaut pendant le cours même de la cure.

Le choix du moyen à employer ou des divers moyens

à faire intervenir, simultanément ou l'un après l'autre, est une question importante qui ne peut être convenablement discutée qu'à propos des médications et des traitements. Je vous renverrai donc sur ce point aux autres parties de mon cours. Et, cependant, je puis vous donner ici, pour terminer, quelques indications générales sur les effets thérapeutiques qu'on peut obtenir, ainsi que sur les principaux états morbides où l'on peut faire intervenir utilement les divers procédés de l'hydrothérapie.

Effets thérapeutiques.

Les pratiques de l'hydrothérapie permettent de produire, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de vous en montrer des exemples, des effets thérapeutiques divers, dont le sens général est habituellement désigné par les expressions suivantes : excitation, sédation, révulsion.

L'excitation, c'est-à-dire la provocation de phénomènes réactionnels vifs et intenses, est obtenue par l'emploi d'applications froides, de courte durée, associées aux moyens mécaniques les plus énergiques.

Par suite, les pratiques les plus excitantes sont les simples lotions et frictions, les enveloppements froids dans le cours desquels on frictionne la peau, la douche écossaise ordinaire et la douche alternative; mais surtout la douche froide en jet mobile ou en pluie, de courte durée.

En hydrothérapie, l'action dite sédative se manifeste toutes les fois qu'on parvient à rendre les phénomènes de réaction peu intenses et à en prolonger l'évolution. Elle exige l'emploi de moyens assez puissants, d'une durée suffisamment prolongée. Aussi faut-il souvent faire passer les patients, avant d'y recourir, par une

période de préparation pendant laquelle on utilise des procédés moins énergiques.

On commencera, par exemple, avant d'arriver à la piscine froide suffisamment prolongée, qui représente un des plus puissants moyens de sédation, par l'immersion dans une piscine tempérée ou par des affusions tièdes, puis on se servira des applications froides sans percussion et entre autres du maillot humide très mouillé. Les autres procédés de sédation sont ceux dans lesquels on fait intervenir alternativement le chaud et le froid : alternance des bains de baignoire, des bains de vapeur avec les applications froides énergiques; douche écossaise sédative précédemment décrite.

Enfin on peut obtenir encore la sédation à l'aide de moyens qui atténuent l'excitabilité nerveuse des extrémités des nerfs sensibles, tels que le séjour prolongé dans un bain tempéré, auquel on ajoute parfois des substances mucilagineuses.

La révulsion, c'est-à-dire l'appel énergique du sang à la périphérie du corps, non d'une manière passagère, mais soutenue pendant un temps aussi long que possible, est obtenue à l'aide des applications chaudes ou de certaines applications successives du chaud et du froid.

La douche écossaise révulsive, générale ou partielle, précédemment décrite, est un des bons moyens d'atteindre le but. Quand les malades sont alités, on peut se servir des maillots secs ou humides, suivis d'applications froides.

Les divers procédés de l'hydrothérapie froide et chaude interviennent avantageusement dans un grand nombre de médications et de traitements. Je citerai notamment la médication antipyrétique, où l'on fait Indications.

fréquemment usage de la méthode réfrigérante; la médication sthénique, où l'on tire un grand profit des applications froides, courtes; la médication antiphlogistique, qui réclame les applications froides, prolongées, localisées; les maladies du système nerveux, où l'on a recours à des applications très diverses suivant le but à atteindre; la médication de la douleur, où les procédés de révulsion sont particulièrement indiqués; le rhumatisme qui est justiciable de l'hydrothérapie chaude ou des moyens mixtes, combinés souvent avec le massage; la médication hémostatique, qui met à profit d'une part l'action styptique du froid, de l'autre les effets réflexes que peuvent déterminer les applications chaudes ou froides localisées et suffisamment énergiques; enfin les maladies dites de la nutrition, qui bénéficient des effets produits sur la nutrition générale par la plupart des pratiques de l'hydrothérapie.

Contre-indications.

Malgré la place fort importante, vous le voyez, qu'occupe l'hydrothérapie dans le traitement des maladies aiguës et chroniques, les divers procédés dont elle dispose ne peuvent être appliqués à tous les malades. En d'autres termes, il existe un certain nombre de contre-indications à l'emploi des pratiques hydrothérapiques.

D'une manière générale, les affections organiques, la tuberculose pulmonaire, la paralysie générale, le diabète sucré, les néphrites et l'albuminurie chronique, les maladies du cœur et des vaisseaux doivent faire écarter l'emploi des moyens de réfrigération.

Il est vrai que, dans les cas où ces maladies sont peu avancées dans leur évolution, il est parfois possible d'intervenir avec circonspection à l'aide des procédés

les plus doux; mais la contre-indication devient formelle dès que les affections que nous venons d'énumérer ont amené un certain degré de débilité générale, ou simplement un mauvais état des organes circulatoires.

Les maladies de la peau ne contre-indiquent qu'une partie des procédés hydrothérapiques, et entre autres l'eau froide et la sudation à la lampe. Beaucoup d'entre elles, au contraire, réclament l'intervention de certains moyens spéciaux, tels que les bains de baignoire, simples ou médicamenteux, les bains de vapeur, la douche tempérée ou chaude.

NEUVIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION.

De l'agent électrique considéré au point de vue thérapeutique. — I. Électrophysique. — Idée générale de l'agent électrique. — Théorie de l'éther. — Électrogenèse ou divers moyens de produire l'état électrique des corps. — Principales qualités des corps électrisés : tension ; potentiel ; quantité.

Messieurs,

De l'électricité comme agent thérapeutique.

L'électricité qui, depuis le commencement du siècle, a produit tant de merveilles et transformé la vie moderne, fournit au médecin un agent thérapeutique de premier ordre. Mais l'étude de cet agent et des effets qu'il détermine dans l'organisme est un des sujets les plus difficiles que nous ayons à aborder.

En électrothérapie, de même que dans toutes les autres branches de la thérapeutique, les faits empiriques ont devancé les connaissances scientifiquement acquises, et aujourd'hui encore, malgré les progrès réalisés en physique, l'explication des faits observés en électrophysiologie et en électrothérapie, ne peut être fournie que d'une manière incomplète.

Nous devons cependant tenir compte de ces faits. Le moment n'est pas encore venu de faire table rase des connaissances péniblement acquises par un nombre considérable d'observateurs, car il nous serait impossible d'y substituer un ensemble suffisant de faits nou-

veaux, plus rigoureusement observés au point de vue scientifique.

Nous sommes parvenus à une époque de transition. D'une part l'électricité, considérée comme force, est mathématiquement et physiquement mieux définie. L'outillage, en électrophysiologie et en électrothérapie s'est grandement perfectionné et permet de se rendre un compte de plus en plus exact des conditions dans lesquelles se manifestent les réactions de l'organisme sous l'influence de l'excitation électrique.

Mais, d'autre part, telle est la complexité du sujet que, malgré ces perfectionnements, les divers problèmes de physique pure ne sont pas encore parfaitement résolus et que, par suite, les lois des réactions organiques ne sauraient être exprimées avec toute la rigueur désirable.

Cette situation particulière, que j'ai tenu à vous signaler immédiatement, n'est pas de nature à me détourner de l'étude éminemment intéressante de l'électrisation; elle est, pour ainsi dire, très médicale. Le médecin est effectivement habitué, plus encore que les hommes de science pure, à compter avec les faits empiriquement observés. Elle nous obligera simplement à réserver notre jugement sur certaines solutions encore prématurées touchant l'explication des phénomènes complexes relevés sur l'homme sain ou malade.

Nous n'aurons d'ailleurs à envisager ici l'électricité qu'au point de vue de la pratique et, pour cela faire, nous n'emprunterons, aux diverses branches de nos connaissances sur ce sujet, que les notions nécessaires pour faire un usage judicieux d'un des procédés thérapeutiques les plus remarquables.

On tend aujourd'hui, surtout dans les grandes villes, à abandonner l'usage de ces moyens aux spécialistes qui naturellement connaissent mieux le maniement des appareils, sinon la théorie de leur mode d'emploi et des effets produits. Sans blâmer cette manière de faire, qui offre certains avantages, je tiens à ce que vous sachiez qu'il n'est pas nécessaire d'être un électricien de profession pour appliquer convenablement, utilement, les divers procédés d'électrisation. Il me paraît nécessaire que ces procédés puissent être mis en œuvre dans les petites villes ou à la campagne par les praticiens ordinaires et qu'en l'absence d'un professionnel, les malades ne soient pas privés des ressources parfois considérables que ces procédés offrent dans maintes circonstances.

Tout en restant sur le terrain particulier de la thérapeutique, les notions que nous devons acquérir se rattachent à l'électrodynamique et à l'électrothérapie proprement dites.

Nous n'aurons pas à approfondir les questions difficiles et un peu spéciales de l'électrophysique et de l'électrophysiologie. Ces deux branches devront nous fournir uniquement les notions que le médecin praticien doit posséder.

Celui-ci doit envisager l'agent électrique comme sune orte de médicament dont il lui importe de connaître les principales propriétés. Il est, de plus, indispensable qu'il sache l'employer à une dose déterminée et proportionnée aux effets qu'il en veut obtenir.

Caractères de l'agent électrique.

Nous allons demander à l'électrophysique de nous renseigner sur les propriétés de l'agent électrique; de

nous fournir les appareils propres à obtenir l'électricité sous ses diverses formes et à en régler, à en mesurer l'emploi.

Toute modification des propriétés qui caractérisent la matière est rapportée à une cause prochaine, c'est-à-dire, pour parler le langage des physiciens, à une *force*. En examinant les choses d'un peu près, on voit que toute force ou influence modificatrice, procède d'une force antérieurement manifestée et qu'elle se résout en une autre.

Toutes ces forces peuvent se transformer les unes dans les autres suivant une loi mathématique que nous avons déjà invoquée à propos des agents thermiques. Prenons un exemple. La chaleur de la houille transformée par le piston d'une machine devient du mouvement. Ce mouvement, en agissant sur une machine dynamo-électrique, donne un courant électrique qui peut produire à volonté, suivant les organes sur lesquels on le fait agir, du mouvement, de la chaleur, de la lumière, des combinaisons ou des décompositions chimiques. Ces transformations sont journellement réalisées et utilisées dans l'industrie.

On en a tiré cette pseudo-définition de l'électricité : « L'électricité est une des formes de l'énergie. » Je dis pseudo, puisqu'elle peut s'appliquer aussi bien aux autres formes : chaleur, mouvement, etc. Elle ne nous donne aucune idée de la nature de cette forme particulière de l'énergie. Pour les physiciens et les mathématiciens, elle est cependant suffisante. Ces savants se passent parfaitement d'hypothèses relativement à la nature des forces physiques. Ils n'en ont aucun besoin pour l'étude des phénomènes.

Pour Mascart et Joubert, pour ne citer que des

savants français, l'électricité est une grandeur déterminée au point de vue mécanique, affectée d'un signe comme une quantité de mouvement; la théorie des phénomènes peut être établie d'après les lois expérimentales sans le secours d'aucune hypothèse.

Nous pourrions évidemment nous autoriser de cet exemple pour nous passer également de toute hypothèse. Mais, pour la commodité des descriptions, pour rendre possibles certaines comparaisons souvent indispensables dans un enseignement verbal, il en est une que je ne crois pas devoir passer sous silence, je veux parler de l'hypothèse de l'éther.

On désigne sous le nom d'*éther* le fluide remplissant les espaces interplanétaires et les espaces intermoléculaires. On le suppose, non impondérable, mais d'une pondérabilité infiniment petite.

Lorsque l'éther n'est pas en mouvement, chacune de ses molécules oscille sur place. Il en résulte une ondulation de mode variable suivant la longueur de l'onde. De cette longueur d'onde dépendent trois ordres de phénomènes physiques : phénomènes calorifiques, lumineux, actiniques. L'étude de la lumière décomposée par le prisme montre que les ondes de grande longueur (côté du rouge), même lorsqu'elles ne peuvent plus impressionner la rétine, sont productrices de phénomènes calorifiques; que les ondes courtes (côté du violet), alors même qu'elles sont incapables d'influencer la rétine, déterminent des phénomènes actiniques (rayons chimiques du spectre).

On en a conclu qu'il n'existe pas d'agents physiques distincts les uns des autres; mais des états physiques particuliers de la matière sous la dépendance de la

manière dont vibre l'éther : états calorifiques, lumineux, actiniques.

Supposons maintenant qu'au lieu d'osciller sur place, l'éther se transporte d'un point à un autre, cette translation donnera naissance aux phénomènes électriques. Théoriquement, voici ce qui se passerait : L'éther serait retenu autour des molécules des corps par attraction. Ce ne serait là qu'un cas particulier de la gravitation universelle. A l'état de repos ou d'équilibre électrique, tout corps serait imprégné d'une quantité d'éther constante. Quand, par suite de l'intervention d'un fait physico-chimique quelconque (frottement, action chimique), cet équilibre serait troublé, le corps gagnerait ou perdrait une certaine proportion d'éther et serait alors électrisé, c'est-à-dire dans un état électrique actif, pendant lequel il serait capable de manifester des propriétés physiques particulières.

Dans cette hypothèse un corps est donc électrisé (en état électrique actif) lorsque, par suite d'une action quelconque, il gagne ou perd une certaine quantité de l'éther dont il est normalement imprégné. Quand il s'agit d'un gain, la valeur est positive (+), le corps est électrisé positivement; quand, au contraire il y a déperdition, la valeur est négative (—), le corps est électrisé négativement.

L'hypothèse de l'éther et de sa mise en mouvement pour produire l'état électrique permet de conserver le terme de fluide électrique, commode ponr la description de certains phénomènes. Il ne faut pas y attacher plus d'importance qu'elle n'en a, car un certain nombre de phénomènes s'accordent mal avec elle.

Ce qu'il importe de retenir, c'est que tout corps dont l'état électrique n'est pas nul est un transmetteur de

force et que cette force est en état d'accomplir un travail. Tel est le sens dans lequel il faut comprendre la conception générale de l'électricité en tant que manifestation de l'énergie.

Je puis toutefois vous citer quelques-uns des faits où l'hypothèse de l'éther peut utilement intervenir.

Voici une pile fournissant un courant d'une quantité notable. Sur le fil du circuit extérieur, je place un fil fin de platine. En faisant passer le courant à travers le circuit ainsi formé, le fil de platine s'échauffe, puis vous le voyez devenir incandescent.

La translation de l'éther formant le courant électrique a rencontré un obstacle représenté par le fil fin ; il en est résulté une vibration de l'éther sur place.

La longueur d'onde de l'oscillation produite, en devenant de plus en plus petite, a déterminé des phénomènes d'abord calorifiques, puis ensuite lumineux.

Dans d'autres conditions, le même courant, produit par la translation de l'éther, donnera lieu à des phénomènes de mouvement ou à des actions chimiques.

Quoi qu'il en soit, il suffit de la loi dite de la corrélation des forces physiques, pour qu'on puisse comprendre l'électrogenèse, c'est-à-dire les divers moyens de produire l'état électrique des corps.

Ces moyens sont de trois espèces : moyens mécaniques, chimiques, physiques. Comme l'organisme est, d'une manière constante, le siège de phénomènes physico-chimiques, il doit être considéré lui-même comme une source électrogénique. De là vient la grande complexité des phénomènes observés en physiologie et en thérapeutique quand on met un corps électrisé en rapport avec l'organisme.

On utilise en médecine toutes les sources électrogé-

niques. Indiquons rapidement les appareils fondés sur les divers modes de production de l'état électrique.

Citons en premier lieu les machines statiques dans lesquelles l'état électrique est obtenu par action mécanique (frottement), renforcée souvent par une action physique connue sous le nom d'influence.

On se sert, en second lieu, d'appareils donnant naissance, par action chimique, à un courant (courant de pile) qui est utilisé directement ou après avoir produit les actions physiques désignées sous le nom d'induction.

Enfin, on emploie aussi des appareils produisant directement, sans l'intervention d'une action chimique, c'est-à-dire par action physique, des phénomènes d'induction (appareils magnétoélectriques). Je vous présente quelques types de ces divers appareils.

Rendons-nous compte, dès maintenant, d'une manière générale, des qualités des états électriques qu'ils réalisent. Nous voulons ainsi prendre une connaissance rapide des principales qualités de l'agent médicamenteux mis à notre disposition. Si nous cherchons à apprécier ces qualités par quelques-uns des effets produits, voici ce que nous observons.

Les machines statiques dont je fais fonctionner devant vous un des types usuels, la machine Carré, donnent lieu à une grande diffusion de fluide ou à des effets de décharge ayant surtout une puissante action mécanique.

Les courants de pile produisent surtout des effets chimiques. Nous pouvons voir que le courant produit par deux grands éléments Gaiffe décompose, d'une manière continue, l'eau d'un voltamètre.

Les courants induits ont une action chimique à peu près nulle, alors qu'ils produisent une action mécanique intense se traduisant nettement par une excitation des nerfs ou des muscles. Vous voyez qu'avec cette machine d'induction nous excitons énergiquement la patte d'une grenouille à l'aide d'une force qui reste sans effet sur le voltamètre.

Il semble donc, à première vue, que l'électricité soit susceptible de revêtir des formes variables et de mettre entre nos mains des agents multiples, distincts les uns des autres.

Ne vous en tenez pas à ces apparences. L'état électrique est toujours le même, quant à sa nature. Mais il est caractérisé par un certain nombre de qualités physiques qui, considérées comparativement, sont plus ou moins prédominantes suivant la manière dont cet état électrique est obtenu. En d'autres termes, les qualités prédominantes de l'état électrique varient avec la source électrogénique.

Quand on a recours à l'action mécanique, au frottement, ainsi que nous le faisons dans les machines statiques, l'électricité se répand à la surface des corps, et quand ceux-ci sont bons conducteurs elle les quitte avec une extrême rapidité. Aussi est-il nécessaire d'isoler ces corps sur lesquels l'électricité s'accumule, mais en tendant à s'en échapper. La qualité dominante est ici la *tension*.

Quand on se sert de l'action chimique, l'électricité produite n'est pour ainsi dire lancée qu'avec une faible énergie; elle est arrêtée dans sa translation le long du circuit par une résistance relativement minime. Mais, d'autre part, l'action chimique développe une grande quantité d'électricité, laquelle peut être l'origine

d'autres actions chimiques. La qualité dominante est ici la *quantité*.

Dans les états électriques dont l'origine est l'induction, les qualités sont intermédiaires. On obtient ainsi plus de quantité que par l'action mécanique ; mais la tension est encore ici la qualité très prédominante.

Arrêtons-nous, dans ces considérations d'ordre général, en présence de ces termes : tension et quantité, qu'il est de la plus haute importance de bien comprendre.

On ne se sert plus aujourd'hui en physique du mot tension ; on emploie le terme *potentiel*. Potentiel.

Le potentiel est pour les physiciens une fonction mathématique définie par une intégrale. Ce n'est pas une raison pour renoncer à nous en former une idée précise.

Diverses comparaisons peuvent, à cet égard, nous venir en aide.

Tout d'abord, on peut saisir la différence entre les termes quantité et potentiel en comparant un fleuve à pente douce et un torrent. Le dernier a un faible débit sous une forte pression ; le premier, malgré un débit considérable, présente une pression faible. La pression vous donne ici une première idée du potentiel.

Quand on met en communication deux vases pleins d'eau, mais présentant une différence de niveau, celui-ci se rétablit, quelle que soit la forme des vases. De même quand deux corps de potentiel différents sont mis en communication, il y a toujours production d'un mouvement d'électricité positive de l'un vers l'autre.

Le potentiel est donc en électricité ce qu'est la différence de niveau en hydrodynamique. On voit qu'elle

est indépendante de la masse ou quantité. Aussi peut-on dire niveau électrique ou potentiel.

Si on prend un corps électrisé et qu'on le relie par un fil conducteur fin et long à un électromètre à feuilles d'or, l'indication que fournira l'électromètre sera la même, quel que soit le point du corps électrisé touché par le conducteur, les conditions restant les mêmes. Cette indication est indépendante de la grandeur et du signe de la charge au point touché. Elle varie uniquement avec les conditions électriques dans lesquelles se trouve le corps. Elle caractérise donc un état particulier du corps, qui se traduit ainsi par ce qu'on appelle potentiel.

Le potentiel caractérise cet état de la même façon que la température caractérise l'état calorifique.

L'électromètre sert à définir numériquement le potentiel comme le thermomètre sert à définir la température.

On prend comme 0 le potentiel du sol, bien que l'état électrique du sol puisse varier sous certaines influences. Au-dessus de 0, la valeur est dite positive; au-dessous, elle est négative. Chaque potentiel est ainsi caractérisé par un nombre, affecté du signe + ou du signe —.

L'échelle est arbitraire, de même que celle du thermomètre. Deux corps de même potentiel sont en état d'équilibre électrique.

Il est également possible de définir le potentiel en travail.

Force électromotrice.

Enfin, il faut faire encore remarquer que les phénomènes électriques dépendent des différences de potentiel. En effet, ces différences ont pour origine la force électrogénique, c'est-à-dire l'action mécanique,

physique ou chimique qui trouble l'état d'équilibre électrique ou, en d'autres termes, qui lutte contre le retour à l'état d'équilibre du corps électrisé. Cette force s'appelle *force électromotrice*. Pour continuer notre comparaison avec les phénomènes hydrodynamiques, elle est l'analogue de la force qui dans la pompe produit une ascension d'eau, et a pour résultat une différence de niveau, une pression hydraulique.

La force électromotrice dépend essentiellement de la nature de l'action exercée sur les corps pour rompre leur état d'équilibre électrique.

Dans le cas d'action chimique, elle est corrélative de l'affinité de ces corps l'un pour l'autre, et par suite de la nature intime des corps en présence.

Il en résulte que pour un métal donné et une même solution acide, soit pour une même action chimique, la force électromotrice est invariable, quelle que soit la surface immergée dans le liquide, c'est-à-dire la quantité d'électricité produite. De même, une même course de piston détermine toujours la même différence de niveau, mais pour des quantités variables de liquide, suivant le diamètre du corps de pompe.

Dans la pile, le courant produit résultant de la différence de potentiel entre le pôle positif et le pôle négatif, si le potentiel positif est noté $+e$, le potentiel négatif $-e$, la différence $2e$ $[(+e)+(-e)]$ représente la force électromotrice.

La *quantité*, qui dans la plupart des cas est indépendante du potentiel, représente une qualité toute différente. Elle est proportionnelle à la quantité de force mécanique ou chimique dépensée pour mettre en action la force électromotrice. Quantité.

Qualités des appareils.

Cela posé, revenons à nos appareils; nous allons en comprendre mieux les qualités particulières.

Dans une machine électrostatique, l'action mécanique intervenant comme source électrogénique donne naissance à une force électromotrice très énergique. Le collecteur sur lequel se répand avec une grande force de projection le flux électrique ayant une résistance nulle, on obtient le maximum d'effet de la force électromotrice, c'est-à-dire un état électrique à potentiel élevé. Il en résulte des effets mécaniques violents, malgré la minime quantité d'électricité produite. Aussi la machine peut-elle se décharger instantanément.

Telles sont les raisons qui ont fait appeler les machines statiques « appareils de tension ».

Les courants induits ont des qualités analogues. L'action physique qui leur donne naissance a une grande force électromotrice, mais la quantité d'électricité qu'ils représentent est minime.

Dans la pile, au contraire, l'action chimique fait naître une force électromotrice faible, d'autant plus faible qu'on recherche, pour des raisons que nous apprécierons plus tard, à utiliser dans sa construction de très faibles affinités chimiques. En conséquence, le courant de pile a un faible potentiel. Mais l'action chimique développe une quantité considérable d'électricité, ce qui tient à ce que cette quantité dépend, non de l'énergie de la force électromotrice, mais du poids de la matière dépensée. On peut ainsi comparer le courant de pile à un fleuve de fluide ayant une faible pente d'écoulement.

Quand on emploie les machines dynamoélectriques qui donnent aussi des courants de quantité, celle-ci dépend de la force mécanique dépensée à produire le

mouvement. On a calculé que chaque équivalent de zinc (pour la pile) ou de carbone brûlé (machines dynamoélectriques) correspond respectivement à la mise en liberté d'une quantité d'électricité suffisante pour faire dégager par électrolyse un équivalent d'hydrogène, ce qui représente un travail chimique relativement considérable.

Mais, d'autre part, si l'on vient à interrompre le circuit extérieur traversé par le courant de pile, en écartant même d'une quantité très faible les deux extrémités des fils, immédiatement le flux électrique est arrêté, tandis qu'il est possible de tirer des étincelles de plusieurs centimètres de longueur d'une machine statique, incapable de décomposer le moindre atome d'eau.

Les machines induites présentent des qualités analogues à celles des machines statiques. Voici par exemple une bobine de Ruhmkorff qui laisse jaillir des étincelles d'une certaine longueur sans pouvoir accomplir de travail chimique sensible au voltamètre.

Cette revue rapide des qualités des appareils dont nous disposons nous montre, en résumé, que la pile est un réservoir vaste, à basse pression; que la machine électrostatique est un réservoir de faible capacité à haute pression.

Les phénomènes électriques, dont nous aurons à nous occuper, dépendent de ces diverses qualités des corps en état électrique.

DIXIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

I. Électrophysique. — Notions générales sur les qualités des corps électrisés : résistance. — Unités. — *Divers modes d'électricité :* moyens de les obtenir. — A. *Électricité statique :* description des machines statiques; qualités et mesure.

Messieurs,

Nous avons commencé par jeter un coup d'œil d'ensemble sur les diverses qualités des appareils usités en médecine. Pour arriver à vous faire comprendre le parti que nous pourrons tirer de ces divers appareils, il est nécessaire de joindre aux notions que nous avons acquises jusqu'à présent, celles qui sont relatives à la *résistance*.

Lorsqu'on utilise le courant de pile, l'intensité du travail qu'on en obtient dépend, non seulement des facteurs déjà examinés (quantité, tension), mais aussi de la résistance à vaincre.

Résistance. Une comparaison que nous emprunterons à Niaudet va nous faire saisir aisément ce qu'on entend en électrophysique par le mot résistance. Imaginons un moulin à vent. Deux éléments mécaniques sont ici en présence : d'une part, le vent comme force motrice ; de l'autre, la résistance due au travail.

Il existe dans cette sorte de machine deux causes de résistance. La première est représentée par le

travail utile, la mouture, la seconde résulte du frottement, les unes sur les autres, des pièces mises en mouvement. Cette dernière est la résistance passive.

Nous trouvons les mêmes facteurs dans la pile. La force est engendrée dans la pile; le travail produit est absorbé par les résistances passives et par un travail utile, variable suivant le mode d'application du courant.

Les résistances passives sont celles que rencontre le courant dans sa translation à travers les diverses parties du circuit. Quand celui-ci est fermé sur lui-même, sans qu'il soit obligé de traverser des appareils propres à utiliser le travail, il ne reste que les résistances passives, comprenant la résistance du circuit extérieur, la résistance intérieure de la pile.

Intensité.

A ces diverses données, il faut encore ajouter celle de l'intensité. On désigne sous le nom d'*intensité* d'un courant de pile, la quantité d'électricité qui traverse un conducteur dans un temps extrêmement court, c'est-à-dire sans tenir compte du temps. Il suffit donc de faire intervenir ce dernier facteur pour avoir la quantité dans l'unité de temps.

Unités électriques.

Grâce à la détermination des unités électriques, les différents facteurs que nous venons de passer en revue peuvent être exprimés par des valeurs sur lesquelles aujourd'hui tout le monde est d'accord. L'agent électrique est ainsi devenu une sorte de médicament facile à doser.

Le travail d'entente sur les unités électriques, commencé par l'Association britannique, a été achevé en 1881, à propos de l'Exposition de Paris, par le Congrès des électriciens. Ces unités ont été choisies de manière à faciliter les calculs relatifs à la loi de la

corrélation des forces. Elles se rattachent au système C.G.S. (centimètre, gramme, seconde).

Il est indispensable pour le médecin de connaître tout au moins les trois suivantes :

Volt. L'*unité de force électromotrice*, désignée sous le nom de *volt* (de Volta) représente à peu près celle d'un couple Daniell. Vous verrez que, dans les piles médicales, elle varie environ de 0,9 à 1,50.

Ohm. L'*unité de résistance* ou *ohm* (du nom du physicien Ohm) représente la résistance qu'offrent 100 mètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre ou celle d'une colonne de mercure d'un centimètre carré de section sur 106 centimètres (environ 1 mètre) de longueur.

Ampère. L'*unité d'intensité* qui portait autrefois le nom de Weber s'appelle aujourd'hui l'*ampère* (du nom du physicien français). L'ampère est l'intensité d'un courant fourni par une force électromotrice d'un volt et traversant une résistance d'un ohm; l'unité d'intensité correspond à l'unité de force électromotrice et à l'unité de résistance. Un courant d'un ampère étant extrêmement violent, on compte en électrophysiologie et en électrothérapie par millièmes d'ampère. Le millième d'ampère sera donc pour nous la véritable unité d'intensité.

A cette liste j'ajouterai quelques autres unités dont les praticiens ont moins besoin, mais qui servent journellement dans les recherches d'électrophysiologie.

Coulomb. L'*unité de quantité* ou *coulomb* est l'ampère avec la notion du temps. Un volt dans un ohm débite un coulomb par seconde.

Farad. L'*unité de capacité* ou *farad* (de Faraday) est la capacité d'un condensateur qui, sous une différence de

potentiel des armatures égale à un volt, prend une charge d'un coulomb. On compte en physiologie par microfarads.

Joule.

L'*unité de travail* ou *joule* est également intéressante. En mécanique on désigne le travail en *ergs*. L'erg est le travail fourni par l'unité de force quand son point d'application se déplace d'un centimètre.

Le travail représenté par le produit d'un volt par un coulomb est le *joule;* il vaut 107 ergs, soit environ 1/10 de kilogrammètre.

Watt.

En tenant compte du temps, nous arrivons à la notion de l'*unité de puissance* ou *watt*. Le watt correspond à un joule par seconde.

Excusez-moi de vous avoir, dès le début, exposé ces considérations d'une grande aridité. Je tenais à vous montrer que nous pouvons déterminer avec précision les conditions physiques dans lesquelles nous opérons. S'il vous a été impossible de saisir toutes ces notions préliminaires de physique pure, rassurez-vous : nous aurons l'occasion de revenir plus en détail sur les plus importantes d'entre elles.

Nous allons maintenant faire connaissance avec les principaux appareils et vous me permettrez, à cette occasion, de vous rappeler les principes physiques d'après lesquels ils sont construits.

Électricité statique.

L'*électrisation statique* représente le mode le plus anciennement connu et utilisé. Après avoir été abandonnée pendant quelque temps, elle est devenue de nouveau, depuis quelques années, très en faveur. Cette vogue paraît reposer actuellement sur des essais assez sérieux.

Dans les machines médicales, l'électricité dite sta-

tique — terme impropre, vous le verrez — s'obtient à la fois par action mécanique (frottement) et par influence.

Le frottement, tout en développant de la chaleur, rompt l'équilibre de l'éther, électrise les corps.

Une partie du mouvement est transformée en électricité. Il s'agit là d'une loi générale; mais, suivant la manière dont se comportent les différents corps électrisés, on distingue ces corps en *bons conducteurs* et en *mauvais conducteurs*.

Les premiers, tels que les métaux, partagent leur pouvoir avec les autres corps mis en contact avec eux; les autres, tels que la résine, le verre, ne le partagent pas.

Dans les premiers, l'électricité se répand à la surface; dans les seconds, elle reste imprégnée dans la masse.

D'où résulte que, pour collecter l'électricité de frottement, on isole les bons conducteurs à l'aide des mauvais. Le meilleur isolant est le verre recouvert de gomme laque; c'est celui qu'on utilise dans les machines.

Le corps humain peut lui-même être électrisé. Lorsqu'il est isolé sur un tabouret à pied de verre, il suffit de le frictionner pour produire une charge, surtout quand la friction est faite avec une peau de chat. Certaines personnes possèdent même, à cet égard, une disposition spéciale et on peut alors en tirer des étincelles.

Quand on électrise par frottement un corps mauvais conducteur (verre ou résine) on observe, ainsi que vous pouvez le voir, qu'il a acquis la propriété d'attirer les corps légers.

Cette expérience très ancienne et fondamentale prouve deux choses.

1° Un corps électrisé exerce à distance une action sur un corps qui ne l'est pas ; 2° deux corps semblablement électrisés se repoussent, tandis que deux corps électrisés différemment s'attirent. Je pense qu'il est inutile d'entrer dans le détail de ces faits connus.

Un corps électrisé agit donc sur les corps voisins et amène la rupture de leur état d'équilibre électrique. Il développe ainsi de nouveaux états électriques, en produisant le phénomène connu sous le nom d'*influence*. L'influence est mise à contribution dans les meilleures machines employées en médecine.

J'approche de ce corps électrisé un cylindre isolé et je touche l'extrémité de ce cylindre, puis je l'éloigne du corps électrisé. Vous pouvez voir, d'après l'indication donnée par l'électroscope à feuilles d'or que le cylindre influencé est resté électrisé. Comme le corps électrisé n'a rien perdu de sa charge pour produire cette influence, nous pouvons en conclure qu'avec une masse électrique donnée on peut obtenir une grande quantité d'électricité.

Faraday nous a appris que la quantité influencée est égale à la quantité influençante ; mais comme il faut tenir compte, pour que cette loi se vérifie, de toutes les influences voisines, la charge du corps influencé est toujours inférieure à celle du corps influençant.

La plus ancienne machine statique, l'électrophore, est fondée sur ce principe. Il me paraît utile de vous la présenter (fig. 21). Vous en connaissez certainement le mode d'emploi et la théorie. En frappant le gâteau de résine avec une peau de chat, je fais prendre à la résine une charge négative. Le plateau de bois recouvert d'une lame d'étain, auquel est adapté un manche isolant, repose sur le gâteau de résine ; son état d'équilibre

est rompu et le fluide positif est attiré du côté opposé. Je touche la surface du plateau pour faire écouler le fluide négatif dans le sol et je soulève le plateau par le manche isolant, il reste électrisé positivement. Ce plateau représente le collecteur d'une machine statique dont on peut tirer une décharge. On peut répéter plusieurs fois la manœuvre et obtenir des décharges successives tant que la résine reste électrisée.

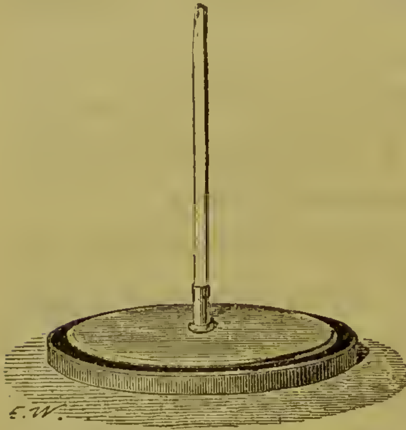


Fig. 21.

Outre ces principes très simples, il faut encore vous rappeler les faits relatifs à la distribution de l'électricité sur les collecteurs.

La charge reste à la surface et s'y répand suivant un mode de distribution en rapport avec la forme du collecteur. Presque toujours celui-ci est cylindrique et, dans ces conditions, l'électricité vient s'accumuler aux extrémités. Si le collecteur porte une pointe, la densité électrique devient à ce niveau indéfiniment grande et la charge s'écoule alors dans l'atmosphère. La couche électrique n'est, en effet, retenue sur un conducteur que par l'air agissant comme corps mauvais conducteur. Les choses se passent comme si cette couche électrique exerçait sur l'air ambiant une pression pour s'échapper. C'est là ce qu'on appelle la pression électrostatique. Les faits expérimentaux ont montré que cette pression est en chaque point du collecteur proportionnelle au carré de la densité électrique. Quand l'air est sec, il est mauvais conducteur et par suite il permet la conservation de la charge, sauf au niveau des pointes.

Mais dès qu'il est humide, il devient bon conducteur. Voilà pourquoi les machines à frottement ne peuvent marcher que dans certaines conditions atmosphériques, c'est-à-dire quand l'air est suffisamment sec et que la machine est à une certaine température. Lorsque l'air est humide et que les conducteurs sont froids, la vapeur d'eau se condense sur ces derniers et l'on n'obtient aucune charge.

Machines statiques.

Les machines statiques à frottement offrent donc une marche irrégulière ; elles sont, pour ainsi dire, soumises à des caprices et, en raison de cette circonstance, les constructeurs ont été conduits à s'adresser à l'influence.

Les machines médicales sont, en conséquence, de deux sortes : machines à frottement, machines à influence. Les dernières pourraient être appelées mixtes, car le frottement est utilisé en tout cas.

C'est pourquoi un des inconvénients de toutes ces machines est d'exiger un travail mécanique, c'est-à-dire l'intervention d'un aide ou d'une machine motrice (moteur à eau ou à gaz, moteur électrique), qui est d'un certain prix et plus ou moins encombrante.

Les machines à frottement seul, construites sur le type de la machine Ramsden, sont rarement employées. Elles sont d'une grande taille et, par suite, exigent une place assez notable ; elles se dérangent souvent et perdent aisément leur charge. Cependant Arthuis donne la préférence à une machine de ce genre, dont il a perfectionné la construction, en raison de ce fait qu'avec une faible charge on obtient une forte tension.

La plupart des praticiens ont recours aux machines diélectriques, c'est-à-dire à double influence, dont les

deux principaux types sont représentés par la machine de Holtz et par la machine Carré.

La première n'a guère été employée pratiquement que dans des établissements spéciaux d'électrothérapie. On tend aujourd'hui à la remplacer par les machines du type Wimshurst.

Nous nous en tiendrons donc à la description des machines Carré et Wimshurst.

La première porte les numéros 0, 1, 2, 3, suivant ses dimensions. Le modèle numéro 2 est le plus employé ; il est puissant sous un volume relativement restreint.

Machine Carré.

En plaçant cette machine sous vos yeux, une description succincte suffira (fig. 22). Quant à la théorie, elle est compliquée et ne doit pas trouver place ici.

La carcasse de la machine est constituée par un cadre de bois, deux montants, deux plateaux, un de verre A, l'autre d'ébonite B et un gros cylindre métallique C.

Entre les montants sont disposés deux axes d'acier, l'inférieur pour le plateau de verre qui est le plus petit, le supérieur pour le plateau d'ébonite.

A ces axes correspondent des poulies. La poulie à manivelle M qui actionne le plateau de verre est disposée de telle sorte que le plateau de caoutchouc fait dix tours pendant que le plateau inférieur n'en fait qu'un.

Le plateau de verre passe entre deux coussins frotteurs portés par la table en bois.

Entre les deux axes, de l'autre côté du plateau de caoutchouc, est fixé un peigne de cuivre qui correspond à un petit conducteur articulé.

Un second peigne de cuivre, placé en haut du même côté, communique avec le cylindre du gros conducteur

par un portant auquel est annexé un inducteur supplémentaire, en ébonite, qui regarde l'autre face du plateau de caoutchouc.

Le fonctionnement de la machine ainsi disposée est aisé à comprendre.

Le plateau de verre, électrisé positivement, produit

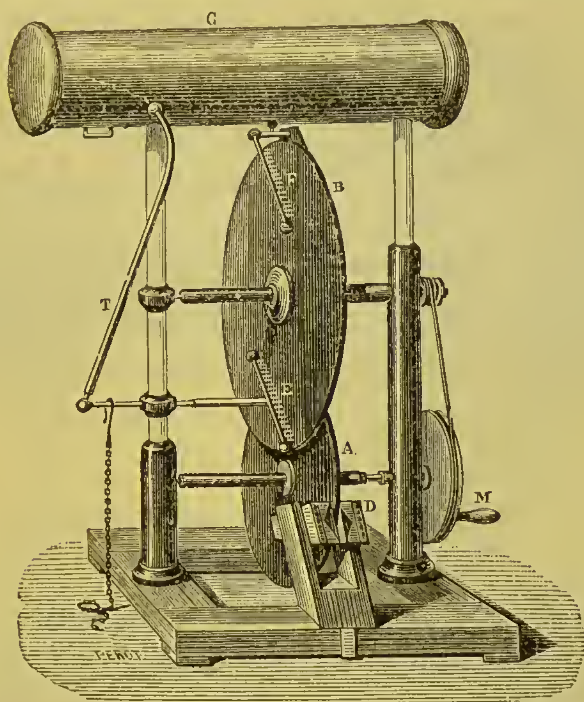


Fig. 22.

l'induction du premier peigne E à travers le plateau d'ébonite. Le fluide négatif se déverse par les pointes sur le caoutchouc, tandis que le peigne reste électrisé positivement.

Le plateau de caoutchouc, électrisé négativement, induit le second peigne F et son plateau de renforcement. Le fluide positif qui s'écoule par les pointes de ce second peigne, neutralise le fluide négatif du plateau, et finalement le gros conducteur reste électrisé négativement.

Si donc on relie au sol le conducteur mince T et le

gros conducteur au malade, celui-ci sera soumis à une électrisation statique négative.

On peut adopter la disposition inverse.

Machine Wimshurst-Gaiffe.

La machine Wimshurst, modifiée par Gaiffe, tend à acquérir une grande faveur. Le modèle que je vous présente est ainsi disposé (fig. 23) :

Deux disques d'ébonite verticaux, placés parallèlement à une petite distance l'un de l'autre, tournent en sens contraire et assez rapidement. Chaque disque porte des secteurs métalliques armés à leur centre d'une pastille métallique.

Deux conducteurs diamétraux perpendiculaires l'un à l'autre, et inclinés de 45° sur l'horizontale sont terminés par un pinceau disposé de manière à frictionner les pastilles des plateaux. Ces conducteurs communiquent à la terre.

Les collecteurs sont représentés par les peignes métalliques qui viennent embrasser les disques aux extrémités du diamètre horizontal ; ils sont portés par des cylindres à grande surface, montés sur pieds de verre.

La machine fonctionne et s'amorce seule ; elle marche par tous les temps et ne nécessite aucun entretien. Un des collecteurs se charge positivement et l'autre négativement.

Qualité de ces machines.

Revenons actuellement en quelques mots sur les qualités des machines statiques.

Vous savez déjà que les sources électrogéniques représentées par le frottement et l'influence développent une grande force électromotrice, mais peu de quantité. Les machines statiques sont donc des machines à potentiel élevé, particularité d'où dépend la force de recombinaison qui se manifeste par la production d'étincelles.

Pour une même machine, tournant avec une vitesse uniforme, la longueur des étincelles varie avec le volume de l'excitateur de décharge. Lorsque la boule de cet excitateur est petite, l'étincelle est longue, mince, sinueuse et fréquente. La boule est-elle grosse, l'étincelle est courte, large, droite, plus rare.

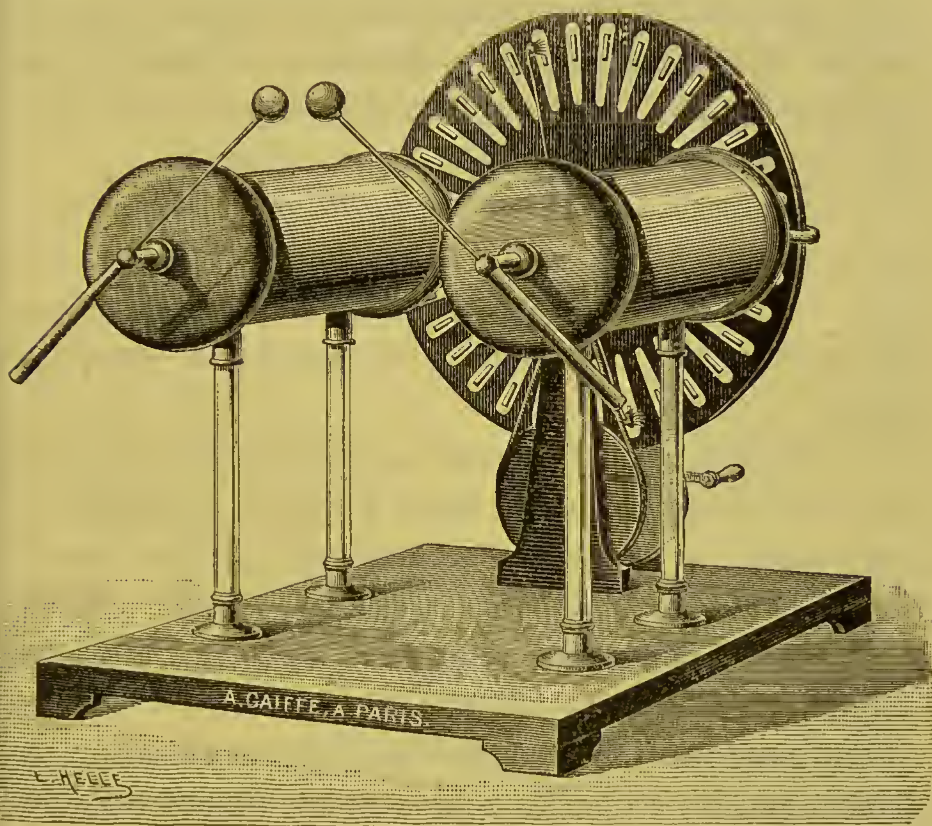


Fig. 23.

Avec la machine à frottement seul, du type Ramsden, telle que celle d'Arthuis, les étincelles sont longues, mais incapables de produire un grand effet mécanique.

Les machines mixtes, précédemment décrites, fournissent une quantité d'électricité plus grande et font naître des étincelles plus grosses et plus fréquentes.

L'étincelle peut donc donner une idée empirique de

la tension et du débit d'une machine statique. Sa longueur croît selon une proportion simple avec la force électromotrice et sa répétition dépend du débit de la machine.

Ce fait est d'autant plus important qu'il est difficile de mesurer la charge d'un appareil statique. Il est, en effet, nécessaire de recourir dans ce but aux électromètres (de Thomson ou de Mascart), appareils d'un maniement délicat, et qui ne peuvent guère être employés que dans les laboratoires de physique.

Lorsqu'on fait usage en thérapeutique du flux continu, improprement appelé bain électrostatique, on peut en prendre la mesure à l'aide d'un galvanomètre très sensible, instrument également peu pratique.

En faisant cette expérience, d'Arsonval a observé qu'avec une machine de Holtz à quatre plateaux, le sujet placé sur le tabouret isolant est léché pour ainsi dire par un flux dont le potentiel négatif est de 3000 volts, mais dont l'intensité ne s'élève qu'à la valeur de 1/25000 à 1/40000 d'ampère.

En employant une machine Carré, Thomson a trouvé que les étincelles représentent un potentiel de 280 unités électrostatiques, soit une force électromotrice équivalente à celle que donnerait une batterie composée d'environ 80 000 éléments Daniell.

Condensateur d'Æpinus.

On emploie parfois avec les machines statiques les condensateurs, appareils construits, vous le savez, d'après le principe du condensateur d'Æpinus. Deux plateaux séparés par un disque isolant représentent deux conducteurs disposés de telle manière que la capacité de l'un d'eux se trouve augmentée dans une proportion notable, facile à calculer (fig. 24).

Le seul condensateur dont on fasse encore usage actuellement en électrisation statique est la bouteille de Leyde de petit volume (fig. 25). Bouteille de Leyde.

L'électricité accumulée dans cette petite machine, pénètre dans l'intérieur du verre, de sorte que l'on obtient souvent une série de décharges, plutôt qu'une décharge unique. Afin d'empêcher l'étincelle de jaillir entre l'armature intérieure, et la lame d'étain exté-

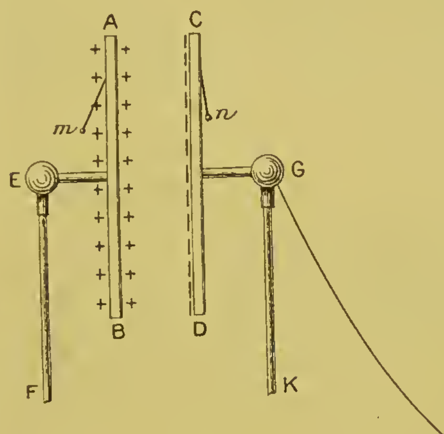


Fig. 24.

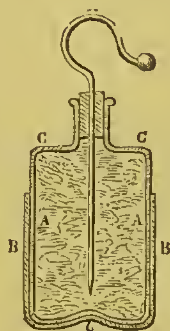


Fig. 25.

rieure, il faut que le verre soit soigneusement verni. On fera bien aussi de choisir une bouteille à long col.

Les machines actuelles, notamment celles que j'ai soumises à votre examen, exigent peu de soins.

Elles doivent être tenues proprement, dans un endroit sec, et bien époussetées. Pour les coussins de la machine Carré, de même que pour ceux des machines du type Ramsden, on emploie le bisulfure d'étain, ou or mussif, qui, en rendant le frottement plus actif, fait accroître la force électromotrice et la quantité. Pour graisser les surfaces métalliques qui frottent les unes sur les autres, on se sert d'huile de pied de bœuf.

Dans les appartements, on fera bien, si cela est possible, de relier la chaîne de terre à une conduite d'eau.

La machine Carré demande à être démontée et nettoyée de temps à autre. A cet effet, on fait usage, pour les plateaux, de pétrole ; pour les axes, d'huile de naphte.

Le tabouret qui sert à isoler le malade doit être très soigné. Quant aux autres accessoires, leur description viendra mieux à sa place à propos de l'électrothérapie, au moment où nous apprendrons à mettre en œuvre les divers appareils médicaux.

ONZIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

I. Électrophysique. — *Électrogenèse par action chimique.* — Pile. — Principes de la pile. — Description des couples les plus usuels.

Messieurs,

Le mode le plus important d'électrogenèse est représenté par l'action chimique. Il est réalisé dans la pile dont l'invention, due à Volta, remonte au commencement du siècle (1800). Pile.

Sans reprendre devant vous l'exposé de la théorie de la pile, je crois devoir cependant vous rappeler sommairement les principes sur lesquels reposent la construction de cet appareil.

Lorsqu'on plonge un bâton de zinc dans une solution d'acide sulfurique, il se produit un dégagement d'hydrogène et de l'électricité. Principes.

Avec le zinc du commerce, l'action est vive, l'hydrogène apparaît sur le zinc, qui est bientôt recouvert de petites bulles de gaz. Si l'on emploie, au contraire, du zinc pur, l'action chimique est faible et les bulles de gaz étant peu nombreuses restent attachées à la surface du zinc.

Vient-on alors à faire plonger dans la même solution une lame de platine ou de cuivre de manière à ce que la seconde lame métallique touche la première,

l'action devient énergique comme avec le zinc impur ; mais les bulles de gaz se dégagent sur la lame de platine ou de cuivre.

Dès que les deux lames métalliques sont écartées, l'action cesse.

De cette première expérience nous pouvons conclure que l'effet produit par le contact des deux métaux explique l'énergie de la réaction dans le cas où le zinc est impur. Chaque molécule de ce zinc impur constitue une petite pile.

Disposons maintenant les deux lames métalliques de manière à ce qu'elles se touchent, non au sein de la solution, mais en dehors du liquide, nous voyons que l'action redevient aussi énergique que lors du contact des deux portions immergées.

En interposant la langue entre les deux lames métalliques qui se touchent ainsi par l'intermédiaire de cet organe, celui-ci est impressionné et perçoit une légère sensation accompagnée du développement d'un goût particulier.

Plaçons sur le zinc un papier imbibé d'une solution d'iodure de potassium et touchons le papier avec la seconde lame, il se produit une tache bleue, résultant de la mise d'iode en liberté.

Les effets ainsi obtenus sont encore les mêmes lorsqu'au lieu d'opérer directement avec les lames, on fait les mêmes épreuves par l'intermédiaire de fils métalliques, même très longs.

Enfin, après avoir réuni nos deux fils, si nous les plaçons dans le voisinage d'une aiguille aimantée, nous obtenons immédiatement une déviation de cette aiguille.

Nous pouvons conclure de ces divers faits expéri-

mentaux que nos fils sont le siège d'un phénomène particulier qui est la cause de diverses actions : action physiologique sur la langue, action chimique sur l'iodure de potassium, action physique sur l'aiguille aimantée.

Ce phénomène n'est autre qu'un phénomène électrique.

Lors donc que deux corps capables d'agir chimiquement l'un sur l'autre sont mis en contact, il se produit de l'électricité sur leur face de contact. L'action chimique, l'affinité, est, comme nous l'avons vu tout à l'heure pour le mouvement, une condition d'électrogenèse.

Les corps qui se chargent ainsi d'électricité prennent des charges de signe contraire. Dans l'exemple choisi le zinc se charge négativement, l'eau acidulée positivement.

Le zinc étant bon conducteur, l'électricité produite à son niveau peut être recueillie directement. Pour recueillir l'électricité positive, on plonge dans le liquide un conducteur non attaquable par l'eau acidulée : lame de platine, d'argent ou de charbon.

On obtient ainsi un *couple électrogénique* auquel on donne le nom de *pile*. Les deux corps qui agissent l'un sur l'autre sont les *éléments*, dont la réunion forme un *couple*. Parfois on donne improprement le nom d'élément au couple (élément Daniell, par exemple, au lieu de couple Daniell). Éléments. Couple.

Le métal ou collecteur non attaqué qui plonge dans le liquide n'est qu'une annexe de l'élément liquide. Cependant on a l'habitude de désigner sous le même nom d'*électrode* les deux lames qui plongent dans le liquide. Électrode.

Rhéophores. L'extrémité des électrodes constitue la surface polaire et les fils qui en partent sont les *rhéophores* ou *conducteurs*.

Assez souvent, en électrophysiologie et en électrothérapie, on donne le nom d'électrodes aux organes du circuit mis en contact avec les tissus. Pour éviter toute confusion, il vaut mieux, dans ce dernier cas, dire plaques rhéophoriques ou rhéophores et parler des pôles de la pile plutôt que des électrodes.

Circuit. L'ensemble des parties parcourues par le courant constitue le *circuit* de la pile. Il comprend le circuit intérieur et le circuit extérieur. Dans ce dernier on interpose les appareils sur lesquels le courant doit agir : langue, papier ioduré, etc.

Lorsque le conducteur est interrompu, le circuit est *ouvert*; lorsqu'il n'est pas interrompu, on dit qu'il est *fermé* ou en travail. Enfin le circuit est dit *court*, lorsque le conducteur est d'une résistance nulle ou négligeable.

La théorie indique que le courant marche dans le circuit extérieur du positif, c'est-à-dire du collecteur, au négatif, soit au zinc ou au métal attaqué. Dans le couple, au contraire, le courant marche du négatif au positif, du zinc au collecteur.

Quand le collecteur est une lame de cuivre, on se trouve dans les conditions imaginées par Volta, on a le couple voltaïque.

Le couple hydroélectrique, dont nous venons de donner une idée générale, est à peu près le seul usité en médecine. Vous pourrez relever avec fruit, dans les ouvrages spéciaux, les questions de physique pure qui s'y rattachent.

Nous devons nous borner à faire connaissance avec

les divers couples employés en électrothérapie et avec les principales propriétés des courants de pile.

Causes des irrégularités du courant.

On doit tendre pratiquement à donner aux piles deux mérites principaux : la régularité, l'économie.

Bien des causes s'opposent à la régularité dans le fonctionnement de la pile. Il me paraît utile de vous signaler les plus importantes d'entre elles.

En premier lieu, nous trouvons l'impureté du zinc. Cette source d'irrégularité a été mise en évidence par l'expérience de De La Rive, que j'ai répétée tout à l'heure devant vous. Vous avez pu remarquer combien l'action du zinc pur diffère de celle du zinc impur.

Avec le zinc pur, il ne se produit pas de courant local à la surface, l'électricité mise en liberté passe en entier dans le circuit interpolaire, l'hydrogène se dégage sur la lame collectrice.

Avec le zinc impur, la presque totalité de l'hydrogène se dégage sur le zinc ; une grande partie de l'action chimique est perdue. D'autre part, l'action de la pile continue que le circuit soit ouvert ou fermé ; le couple s'use sans travailler.

De très sérieux motifs militent donc en faveur de l'emploi du zinc pur. Mais le zinc pur est très coûteux et ne pourrait entrer dans les usages.

Fort heureusement un physicien anglais, Kemp, a découvert que le zinc amalgamé possède les mêmes propriétés. L'emploi de ce dernier est de la plus haute importance pour la marche régulière et économique des piles ; il est aujourd'hui adopté par tous les constructeurs.

Les deux autres causes d'inconstance méritant d'être relevées sont l'appauvrissement en acide du liquide et le dépôt sur le cuivre d'une couche d'hydrogène qui détermine la polarisation de l'électrode.

Voici comment se produit ce phénomène. Quand le circuit est fermé, le courant ne tarde pas à diminuer d'intensité, et cela d'autant plus rapidement que le circuit est moins résistant.

En se reposant, le couple reprend son intensité initiale.

Si l'on en recherche la cause, on observe que, pendant le travail de la pile, il se forme sur le cuivre un dépôt d'hydrogène qui, d'une part, augmente la résistance intérieure de chaque couple et, de l'autre, diminue la force électromotrice par suite du développement à la surface du cuivre d'une autre force électromotrice donnant naissance à un contre-courant (courant de sens inverse à celui de la pile).

Dans l'association des couples en tension ou série — que nous décrirons bientôt — l'affaiblissement du courant dû à la polarisation de l'électrode non attaquée est plus sensible encore que dans les couples séparés, chaque couple étant alors traversé par un courant plus énergique que celui qu'il engendre lui-même.

Le couple voltaïque présente, vous le voyez, des inconvénients multiples. Aussi n'offre-t-il plus qu'un intérêt historique et théorique. Il est abandonné depuis longtemps.

Les constructeurs ont dû s'efforcer de le remplacer par des combinaisons qui empêchent autant que possible l'affaiblissement du liquide et la polarisation. On s'est surtout appliqué à faire disparaître l'hydrogène et on y est parvenu, soit en entourant le collecteur d'une atmosphère particulière, capable de l'absorber, soit en le faisant entrer dans une nouvelle combinaison chimique au fur et à mesure de sa mise en liberté.

Cette dernière manière de procéder a donné naissance aux couples à deux liquides.

Malgré bien des efforts, le problème n'est résolu que d'une manière imparfaite; il n'existe pas encore de couple à l'abri de tout reproche.

Types employés en médecine.

Nous choisirons, pour les batteries médicales, les couples qui ne fonctionnent qu'à circuit fermé et où la polarisation est réduite à son minimum. Mais nous décrirons aussi ceux qui sont appropriés à certains usages.

Daniell.

Les meilleurs types médicaux sont ceux de Daniell et de Leclanché, plus ou moins modifiés.

Je mets tout d'abord sous vos yeux le couple Daniell (fig. 26). C'est une pile à deux liquides dont on a fait varier de diverses manières la disposition. Le plus habituellement, on met dans un vase extérieur une solution concentrée de sulfate de zinc et le zinc amalgamé. Au centre on place un vase poreux, rempli d'une solution concentrée de sulfate de cuivre où plonge une lame de cuivre entourée d'un panier rempli de cristaux de sulfate de cuivre. En pratique, on met simplement de l'eau pure dans le vase extérieur.

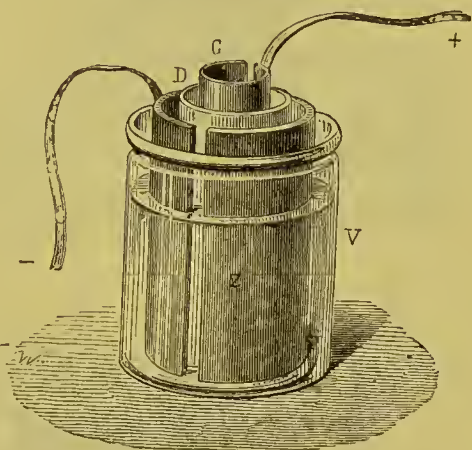


Fig. 26.

L'action chimique est constituée par la transformation du sulfate de cuivre en sulfate de zinc, l'hydrogène se substitue au cuivre et ce dernier se dépose sur la lame de cuivre sans changer la nature du collecteur.

Dans ce couple toute polarisation est impossible. La

combinaison est donc bonne et, de fait, le Daniell est très constant. Comme la force électromotrice qui s'y développe est sensiblement égale à l'unité, il sert souvent de terme de comparaison avec les autres couples.

A côté de ces avantages, il offre des inconvénients. Les solutions placées dans le vase poreux et dans le vase extérieur ne tardent pas à se mélanger, de sorte qu'il se produit un dépôt de cuivre sur le zinc et à partir de ce moment le couple commence à travailler à circuit ouvert. D'autre part, la saturation des solutions donne lieu, au bout d'un certain temps, à la production de sels grimpants que l'on n'évite pas, même lorsqu'on paraffine le bord des vases.

Le couple Daniell modifié peut être, néanmoins, employé par les électriciens. Je citerai notamment les combinaisons imaginées par Trouvé comme susceptibles de rendre des services.

Couple Callaud-Trouvé.

En modifiant un couple sans vase poreux, dû à Callaud, Trouvé a obtenu un couple remarquable par sa sim-

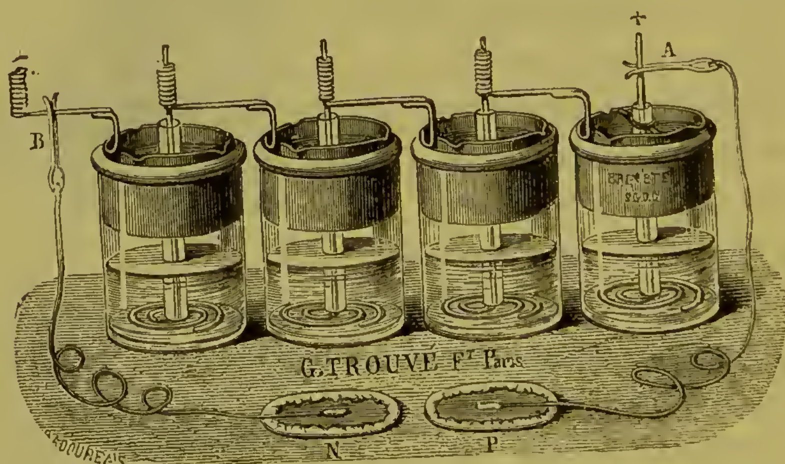


Fig. 27.

plicité et par la modicité de son prix (fig. 27). Au milieu d'un vase en verre (sorte de cristallisoir), on place un fil de cuivre dont une des extrémités, enroulée en

spirale, repose à plat au fond du vase, et dont l'autre forme un bout droit central, qu'on isole en l'entourant d'un petit manchon de verre. Le zinc, sous forme d'anneau large, est rabattu sur le bord du vase. On met des cristaux de sulfate de cuivre et on remplit d'eau. Au bout d'un certain temps, la partie inférieure de la solution est saturée de sulfate de cuivre et la supérieure de sulfate de zinc plus léger. Cependant, malgré les différences de densité des deux solutions, il se produit un mélange partiel, d'où naît un dépôt de cuivre



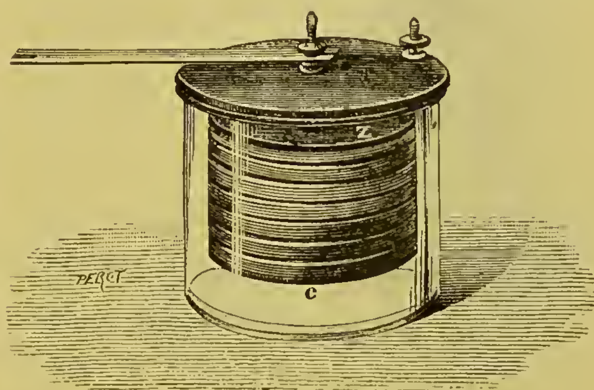


Fig. 28.

sur le zinc et par suite un fonctionnement perpétuel, que le circuit soit ouvert ou fermé.

Malgré cet inconvénient, ce couple est d'un bon emploi quand la pile est destinée à fonctionner d'une manière continue ou presque continue.

Le second couple Trouvé, dérivé du Daniell, est la pile humide (fig. 28). **Pile humide de Trouvé.**

Les électrodes, zinc et cuivre, sont séparées l'une de l'autre par une série de rondelles de papier buvard. La série qui est en rapport avec le cuivre est imprégnée d'une forte solution de sulfate de cuivre; les ron-

delles du côté du zinc, d'une faible solution de sulfate de zinc. La tige centrale en cuivre rouge, soudée à l'électrode inférieure de cuivre, traverse les rondelles dont elle est isolée par une enveloppe de caoutchouc et est suspendue à un couvercle d'ardoise ou d'ébonite ou simplement à un bouchon de liège. Une tige latérale communique avec le zinc.

Quand le couple est à sec, il est au repos. Pour le mettre en action, on trempe dans l'eau l'ensemble des électrodes et des rondelles, on laisse égoutter et on ferme le vase. Le couple conserve ainsi longtemps son humidité. Il présente une grande constance et dure longtemps. Mais il a une plus forte résistance que les piles à liquide libre, résistance que l'on peut d'ailleurs faire varier à volonté en augmentant et en diminuant la distance des électrodes séparées par le papier.

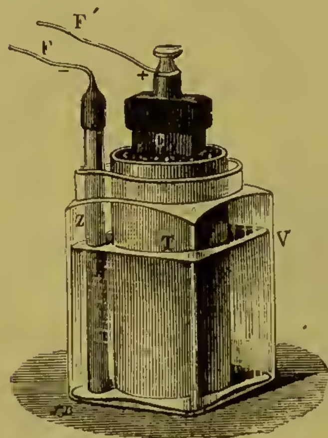


Fig. 29.

En Allemagne, on se sert assez souvent du couple Daniell modifié par Siemens et Halske. Je ne fais que citer cette combinaison qui a l'inconvénient d'offrir une résistance trop grande.

Leclanché. Le type Leclanché est un couple à un seul liquide; il est très répandu et bien connu (fig. 29).

Le vase extérieur renferme une solution concentrée de chlorure d'ammonium (sel ammoniac du commerce) et un bâton de zinc amalgamé. A côté, on introduit le vase poreux renfermant un charbon de cornue entouré de bioxyde de manganèse granulé, fortement tassé. Assez souvent, on remplace le vase poreux par des

plaques, dites agglomérés, de bioxyde de manganèse, dont on entoure le charbon.

Ce couple offre l'inconvénient de produire des sels grimpants qui ne disparaissent qu'en partie lorsqu'on paraffine le bord du vase. Mais il ne travaille qu'à circuit fermé et est assez économique.

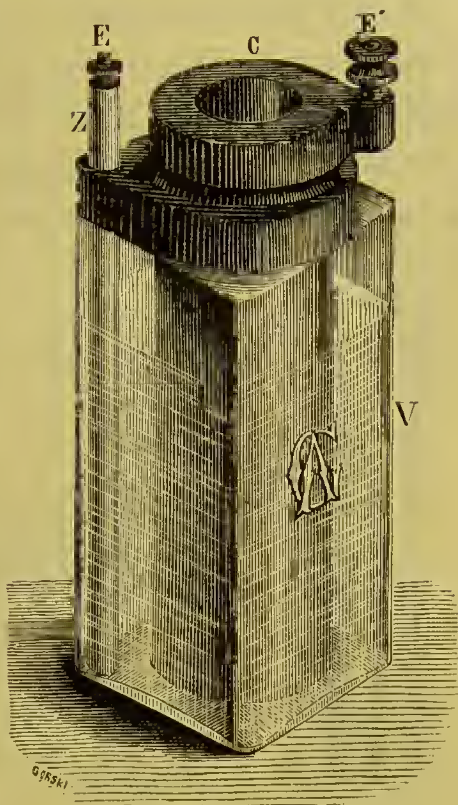


Fig. 30.

Gaiffe.

Théoriquement il se forme du chlorure de zinc, de l'ammoniaque et de l'hydrogène. Mais, par le fait, l'action chimique est plus complexe. Le dégagement d'ammoniaque est un inconvénient.

Le couple Leclanché a été modifié avantageusement par Clamond et Gaiffe. Dans le modèle Gaiffe (fig. 30), le bâton de zinc plonge dans une solution à 10 p. 100 de chlorure de zinc neutre, exempt de plomb.

L'aggloméré ou le vase poreux est remplacé par un cylindre creux de charbon, servant à la fois de vase poreux et d'élément collecteur, et renfermant des couches superposées de bioxyde de manganèse et de charbon en grain.

L'espace annulaire compris entre le vase de verre et le cylindre poreux est fermé par un mastic, excepté au point où pénètre le zinc.

Le vase de charbon, étant ouvert, peut être vidé et

rechargé lorsque le bioxyde de manganèse est épuisé. Un simple lavage à l'acide chlorhydrique lui rend toute sa porosité en le débarrassant de l'oxyde de zinc qui s'y est déposé.

Le chlorure de zinc étant très soluble et déliquescent, il ne se forme pas de sels grimpants. D'autre part cette déliquescence, jointe au bouchage du vase de verre, arrête presque complètement l'évaporation du liquide, ce qui assure pour un temps assez long la marche régulière du couple. Il se forme de l'oxyde de zinc et de l'oxychlorure de zinc si le zinc est bien amalgamé.

La force électromotrice de ce couple est de 1,35; sa résistance intérieure, de 6 à 8 ohms, tombe à 2 ou 3 dans les moyens modèles.

Type Warren de la Rue modifié.

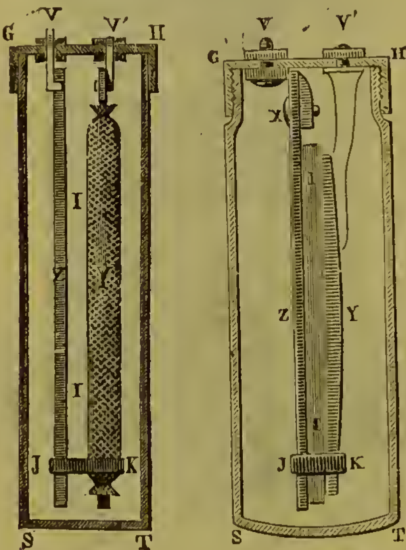


Fig. 31.

La pile de Warren de La Rue, modifiée par Gaiffe, se compose de petits couples ainsi constitués (fig. 31). Un vase en ébonite ST est fermé par un couvercle à vis GH sur lequel sont fixés les éléments du couple : zinc amalgamé Z, plaque de chlorure d'argent fondu Y enfermé dans un sac de toile ou dans une cuvette d'argent. Comme excitateur on se sert d'un coussin de papier buvard imbibé d'une solution de chlorure de zinc neutre à 1/20, placé entre les plaques et servant à maintenir entre elles un écartement convenable.

On peut aussi remplacer le papier imbibé par un liquide excitateur qu'on rejette après l'opération (couple humide). Au moment d'employer ce dernier

couple on le remplit de liquide excitateur qui peut être, dans ce cas, de l'eau salée.

Cette pile très portative peut servir à l'excitation des appareils d'induction ; mais le modèle sans liquide circulant demande à être utilisé fréquemment.

Marié-Davy a montré que le sulfate de bioxyde de mercure permet de constituer des couples d'un grand pouvoir sous un petit volume. Marié-Davy.

C'est sur ce principe que Gaiffe a construit la petite pile à auges servant à actionner ses petits appareils d'induction portatifs (en forme de livre). Piles à auges.

Cette pile est formée (fig. 32) de très petits couples

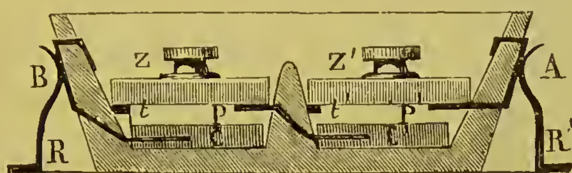


Fig. 32.

de charbon et zinc, au nombre de deux ou trois, reliés par des communications en platine et montés dans une petite cuvette d'ébonite. Une pincée de sulfate de bioxyde de mercure et un peu d'eau fournissent la charge de chaque couple, charge qu'il faut renouveler à chaque séance, mais qui permet un travail de plus d'une demi-heure de durée.

Trouvé a également utilisé le sulfate de mercure dans sa *pile hermétique* ou à *renversement*, qui est portative par excellence (fig. 33). Pile hermétique de Trouvé.

Un étui cylindrique en ébonite est fermé par un couvercle à vis auquel est adapté le zinc. Contre la paroi de la partie supérieure de l'enveloppe, on a fixé le charbon ou le platine. On remplit la moitié de l'étui avec une solution saturée de sulfate acide de mercure.

Quand le couple est placé verticalement, il est au repos, le zinc restant en dehors de la solution ; dès qu'il est renversé, il fonctionne.

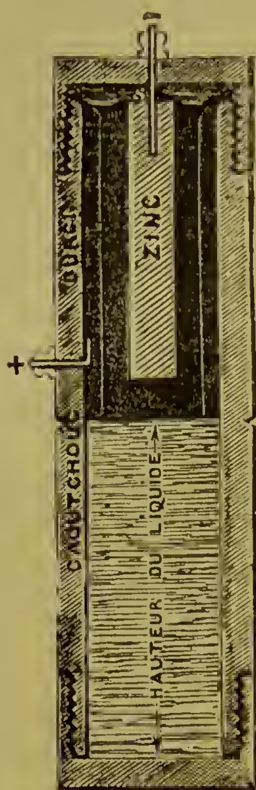


Fig. 33.

Pile Chardin au sulfate de mercure.

Nous citerons encore, parmi les couples à bisulfate de mercure, celui que Chardin emploie pour la construction de ses batteries médicales. Il est disposé de telle façon que les éléments zinc et charbon ne plongent qu'au moment où l'on veut s'en servir (fig. 34). Une tige à crémaillère soulève le plateau sur lequel sont placés les bocaux contenant la solution de sulfate de mercure, ce qui prévient l'usure dans l'intervalle des séances. De plus, les vases renferment un cylindre de liège qui, pendant le repos, vient en obturer l'orifice supérieur et empêcher l'évaporation.

Nous avons encore à décrire les piles au bichromate de potasse, imaginées par Poggendorf. On les emploie à divers usages.

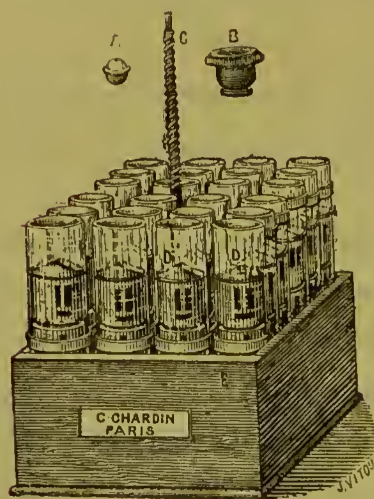


Fig. 34.

Pile-bouteille.

La pile Grenet ou pile-bouteille, très employée pour actionner les appareils d'induction (fig. 35), est fermée par un couvercle, à vis en ébonite, A, portant un cylindre de charbon fendu, C. Entre les deux parties de ce cylindre se trouve le zinc fixé à

une tige à coulisse, T, traversant le centre du couvercle.

On plonge le zinc dans le liquide excitateur, au moment d'opérer, en appuyant sur le bouton T pour faire glisser la tige et on le relève après chaque séance.

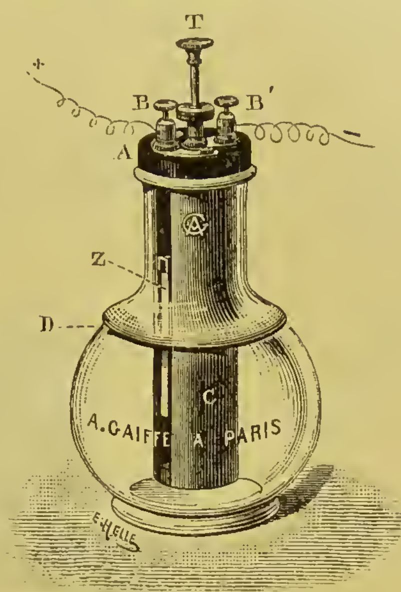


Fig. 35.

Comme liquide excitateur on emploie la solution suivante :

	gr.
Eau.................	1000
Bichromate de potasse.	100 à 105
Acide sulfurique.....	200 à 250

On peut également se servir d'une solution concentrée d'acide chromique, ce qui permet d'éviter la manipulation d'acide.

La pile Grenet est, en réalité, une pile à deux liquides. Elle a une grande force électromotrice (plus de 2 volts) mais elle se poralise et s'affaiblit rapidement et ne peut être utilisée que pour produire pendant peu de temps un effet assez puissant.

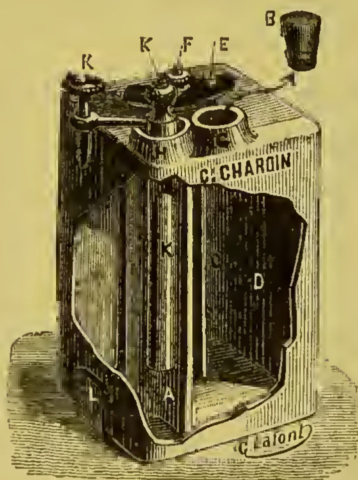


Fig. 36.

Couple de Chardin.

Chardin a imaginé un petit couple commode pour actionner les appareils d'induction (fig. 36). Il est divisé en trois compartiments étanches ; l'un, A, est destiné à recevoir le zinc au repos ; l'autre, D, contient le charbon C et un liquide excitateur analogue au précédent. Lorsqu'on veut mettre la pile au repos,

le zinc est placé dans son compartiment spécial et un bouchon de caoutchouc vient fermer hermétiquement l'orifice du compartiment contenant le liquide.

Pile à circulation de Chardin.

Chardin utilise encore, pour les couples au bichromate, un dispositif qu'il appelle pile à circulation (fig. 37). Deux vases, un supérieur renfermant les éléments du couple et un inférieur contenant le liquide

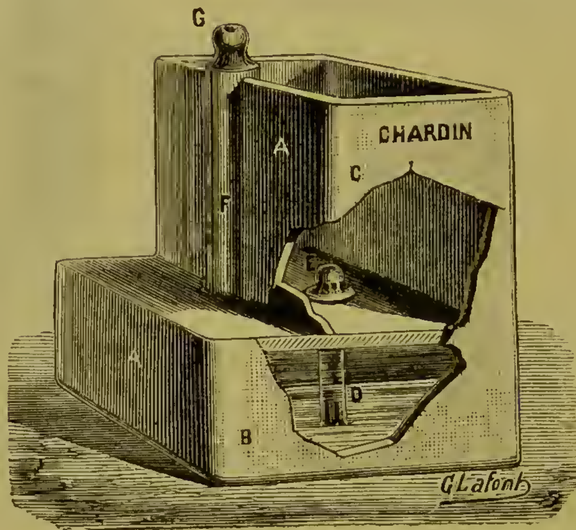


Fig. 37.

excitateur, sont reliés ensemble par un tube qui, partant du plancher du vase supérieur, vient plonger dans le liquide. Le compartiment inférieur communique avec l'air extérieur par une cheminée sur l'orifice de laquelle s'adapte un tube de caoutchouc muni ou non d'une poire et d'un robinet. Toute poussée d'air en G agit sur le liquide du vase inférieur et le fait monter dans le compartiment où il rencontre les éléments du couple. On peut arrêter la marche du liquide en un point quelconque.

Nous indiquerons plus tard les batteries de couples au bichromate, destinées à fournir les courants de quantité.

DOUZIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

I. Électrophysique. — Piles secondaires. — Accumulateurs. — *Qualités des courants de pile :* intensité ; quantité ; résistance. — Examen des conditions qui doivent être remplies par une batterie médicale.

Messieurs,

Vous connaissez maintenant les principaux dispositifs dans lesquels on utilise directement l'action chimique. On a réalisé, il y a quelques années, un progrès important en imaginant un appareil qui permet de se servir de la polarisation des électrodes comme source électrogénique.

On donne aux piles secondaires, déterminées par la polarisation des électrodes, le nom d'*accumulateurs*. Ces accumulateurs, dont on a perfectionné récemment la construction, rendent des services dans les cas où l'on a besoin de mettre en œuvre les propriétés calorifiques ou lumineuses des courants de pile. Le principe sur lequel ils sont fondés est celui dont je vous ai parlé à propos de la polarisation des électrodes. Accumulateurs.

Toutes les fois qu'on fait exécuter à la pile un travail chimique, il se produit au niveau des électrodes une polarisation. Faisons agir, par exemple, un courant de pile sur un voltamètre et au bout d'un certain temps réunissons les électrodes du voltamètre à un

galvanomètre. Nous constatons l'existence d'un courant affectant un sens opposé au courant de la pile. Le voltamètre a donc été chargé et, par suite, ses électrodes sont capables de jouer le rôle de pôles.

Un accumulateur est, d'une façon générale, un voltamètre dont l'eau acidulée est décomposée par un courant. Les éléments mis en liberté sur les électrodes en se recombinant lorsqu'on vient à réunir celles-ci par un circuit, restituent l'énergie électrique qu'ils ont absorbée au moment de la décomposition.

Les premiers accumulateurs étaient des voltamètres à électrodes de platine. En 1859, Planté a fait faire un progrès considérable à la question en reconnaissant qu'on obtient de bien meilleurs résultats lorsqu'on se sert de lames de plomb comme électrodes.

Accumulateur de Planté.

L'accumulateur Planté, encore utilisé par Trouvé, se compose de deux lames de plomb enroulées en spirale parallèlement et maintenues à distance par des cordes de caoutchouc enroulées en même temps. Les lames trempent dans un bain d'acide sulfurique au dixième. Dans le bouchon, on ménage un trou pour renouveler le liquide et laisser échapper le gaz qui pourrait se produire pendant le passage du courant de charge (fig. 38). La charge s'obtient à l'aide de deux couples Bunsen ou de trois couples Daniell. Le courant, en décomposant l'eau, détermine un dépôt d'oxygène sur la lame positive, un dépôt d'hydrogène sur la négative. D'un côté, il se forme du peroxyde de plomb (oxyde puce PbO^2); de l'autre il y a, au contraire, réduction de l'oxyde superficiel.

On forme, on éduque le couple par des charges successives de sens contraire, puis on termine en faisant passer le courant toujours dans le même sens. Un tel

couple peut conserver sa charge pendant plusieurs jours.

Les accumulateurs actuellement employés sont, en général, constitués par des électrodes de plomb auxquelles on donne, par fusion et solidification dans des moules, la forme de grillages à jour. Dans chacune des loges de la lame négative on fixe du minium. On remplit celles de la plaque positive avec de la litharge. Ces plaques sont disposées verticalement dans des vases en substance isolante (verre ou ébonite) et séparées les unes des autres par des baguettes de jonc ou par des bagues de caoutchouc. Les vases sont remplis à l'aide d'une solution d'acide sulfurique au dixième. Pendant la charge l'hydrogène va sur la plaque positive et réduit la litharge pour donner du plomb métallique. L'oxygène rencontre sur la plaque négative du minium qu'il transforme en bioxyde de plomb.

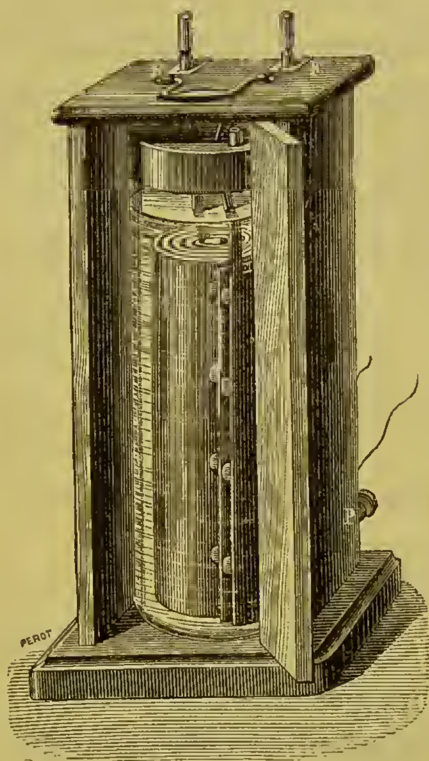


Fig. 38.

L'accumulateur est chargé quand les gaz se dégagent au lieu d'être absorbés par les électrodes. Ces accumulateurs demandent moins de temps pour être formés et chargés que les premiers appareils de Planté. En général ils sont fournis par des industriels qui prennent leur entretien à forfait.

Choix d'une batterie médicale.

Étant donnés les divers éléments de pile dont on peut se servir pour les usages médicaux, il s'agit actuellement d'en faire un choix approprié à chacun de ces usages et d'apprendre à les disposer dans des appareils dont on connaîtra les qualités et la valeur.

En pratique, l'électricité voltaïque est employée, d'une part, en applications sur le corps humain dont la résistance doit être vaincue; d'autre part, à la production de phénomènes calorifiques ou lumineux. Ces deux buts distincts sont atteints à l'aide d'appareils différents. Occupons-nous d'abord de la question relative à la batterie médicale proprement dite.

Qualités du courant de pile.

Pour en choisir convenablement les éléments et pour apprendre à les disposer de manière à obtenir les effets voulus, il est nécessaire de faire connaissance d'une manière plus approfondie avec les qualités du courant de pile.

Considérons un couple.

A circuit ouvert les pôles du couple sont à un certain potentiel, dépendant de la force électromotrice E, et que nous pouvons déterminer à l'aide de l'électromètre. Si nous fermons ce couple sur un condensateur à feuilles d'étain — appareil que nous décrirons plus tard, — il se produit une rupture d'équilibre jusqu'à ce que la différence de potentiel des deux armateurs du condensateur soit égale à la force électromotrice du couple.

On obtient de même une rupture d'équilibre électrique en réunissant les pôles par un conducteur. Mais, dans ce cas, l'équilibre ne se rétablit pas. Le conducteur tend à faire disparaître la différence de potentiel, tandis que la force électromotrice tend à la maintenir.

Le fil conducteur acquiert ainsi des propriétés nou-

velles : il devient le siège d'un courant dont on peut définir le sens et l'intensité.

Il est facile de se rendre compte qu'au moment de la fermeture du couple, l'intensité I du courant produit sera toujours plus petite que la différence entre les deux potentiels, dont la somme réprésente la force électromotrice. En effet, le courant rencontre sur son passage une certaine résistance, de sorte qu'il y a, à la fermeture, une chute de potentiel.

En désignant par R cette résistance, la loi d'Ohm, vérifiée par Pouillet, est exprimée par la formule

$$I = \frac{E}{R}$$

ou :

$$E = IR$$

C'est la formule la plus importante de celles que tout médecin doit connaître.

D'après les unités pratiques précédemment définies, cette formule se traduit ainsi :

L'intensité d'un courant exprimé en ampères est égale au quotient de la force électromotrice (supposée invariable), exprimée en volts, par la résistance du circuit exprimée en ohms.

Nous supposons la résistance invariable et le courant constant.

Dans chaque unité de temps la force électromotrice soulèvera une quantité d'électricité à une hauteur E et développera une énergie égale à EI.

Cette énergie représente la puissance mécanique P. $P = EI$ exprimée en watts ou, étant donnée la valeur de $E = IR$, $P = I^2R$.

Cette puissance mécanique est la source de toutes les actions produites par le courant. Ainsi que je vous

l'ai fait remarquer elle est caractérisée, comme celle d'une chute d'eau, par deux facteurs : le débit (I) et la hauteur de chute (E).

La quantité Q n'étant que l'intensité en fonction du temps, $Q = It$. Un courant d'une intensité donnée possédera toujours la même quantité et produira, à circuit fermé, le même travail chimique.

Quand le couple est fermé sur lui-même, c'est-à-dire à court circuit, la résistance du conducteur est nulle ou à peu près; la résistance R est représentée uniquement par la résistance intérieure du couple.

Mais quand les choses sont disposées de manière à ce qu'un certain travail soit exécuté, le courant rencontre dans le circuit extérieur une résistance plus ou moins notable.

Le facteur R comprend donc deux termes que l'on désigne habituellement par *r* pour la résistance intérieure du couple et par R pour la résistance extérieure.

En tenant compte de ces deux fractions de la résistance totale, la formule d'Ohm devient :

$$I = \frac{E}{r + R}$$

L'interposition de la résistance a donc pour effet de diminuer l'intensité et cette résistance peut devenir assez grande pour rendre cette intensité nulle, c'est-à-dire insuffisante pour qu'un travail soit exécuté.

On peut rendre le fait saisissant en fermant un couple alternativement sur un galvanomètre et sur un voltamètre.

Prenons un couple Daniell et mettons-le en rapport avec un galvanomètre. Nous obtenons une déviation de l'aiguille indiquant que I = 125 M. A. (milliampères).

Faisons maintenant passer le courant à travers le

galvanomètre et à travers un voltamètre. L'aiguille du galvanomètre est alors à peine déviée, et il ne se produit pas d'électrolyse dans le voltamètre.

Voici, en effet, ce qui se passe. La résistance intérieure de notre couple étant de 8 ohms, celle du voltamètre de 1000 ohms, on a, d'après la précédente formule, la force électromotrice du Daniell étant 1 :

$$I = \frac{1}{8 + 1000} = 0{,}992 \text{ M. A. (moins d'un milliampère.)}$$

La résistance offerte par le corps humain étant plus grande encore que celle du voltamètre, il est nécessaire de posséder des appareils capables de fournir, en présence d'une certaine résistance à vaincre, une intensité convenable.

Tel est le but rempli par l'*association des couples*. La formule montre que cette association, pour les usages médicaux, doit être faite de manière à produire l'augmentation de la force électromotrice en fonction des résistances. On obtient l'effet voulu à l'aide de la disposition des couples *en série*, c'est-à-dire en les associant positif à négatif. Associations des couples. En série..

J'associe de la sorte deux éléments qui, pris isolément, restent sans action sur le voltamètre et vous voyez que j'obtiens ainsi un travail chimique énergique. Qu'avons-nous réalisé à l'aide de ce dispositif? Dans l'association en série on multiplie la force électromotrice par le nombre des éléments. E pour un couple, devient nE, pour n couples.

De même on multiplie la résistance extérieure par le nombre de couples ; r devient nr. Mais R reste invariable.

On a :

$$I = \frac{nE}{nr + R}.$$

ou :

$$I = \frac{E}{r + \frac{R}{n}}$$

Le dénominateur étant devenu plus petit, il en résulte une augmentation notable d'I.

Dans l'exemple que nous avons choisi, on a :

$$I = \frac{2}{2 \times 8 + 1000} = 1,9 \text{ M.A.}$$

C'est-à-dire près de 2 milliampères au lieu d'une quantité inférieure à 1.

En quantité. Un second mode d'association est représenté par l'association en *quantité*. Il est réalisé quand on réunit les électrodes semblables, les zincs aux zincs, les cuivres aux cuivres.

La même formule permet de voir que ce genre d'association donne un résultat différent du premier. Ici la force électromotrice reste invariable. Mais la résistance intérieure est divisée par le nombre des couples. L'association en quantité équivaut à l'emploi d'un élément de même force électromotrice, de plus grande surface.

Dans ce cas,

$$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R}$$

Si nous voulons agir dans ce cas sur une résistance, voyons ce que nous aurons dans le précédent exemple. La formule donne :

$$I = \frac{1}{\frac{8}{2} + 1000} = 0,995 \text{ M.A.}$$

Avec un seul couple, nous avions 0,992 M.A ; l'augmentation de l'intensité est donc, dans ce cas, insignifiante. Il n'en est plus ainsi quand la résistance exté-

rieure est faible. Pour plus de simplicité, supprimons cette résistance R.

Dans l'association en tension, on a

$$I = \frac{nE}{nr}$$

l'intensité reste invariable.

Dans l'association en quantité, on a

$$I = \frac{E}{\frac{r}{n}}$$

L'intensité augmente considérablement ; elle est doublée lorsqu'on emploie deux couples au lieu d'un : de $\frac{1}{8}$ elle devient $\frac{1}{4}$; c'est-à-dire que de 125 M.A. elle monte à 250 M.A.

Nous pouvons en conclure que lorsqu'il s'agit d'appliquer une pile à une certaine résistance, on doit en disposer les couples en série ; qu'au contraire, il faudra choisir l'association en quantité quand la pile n'aura pas à vaincre une résistance notable. Dans certains cas, on pourra avoir besoin d'un *accouplement mixte*, lequel consiste à disposer en série des groupes de couples montés en quantité.

Qualités d'une batterie médicale.

Il est possible, à l'aide de ces données, d'indiquer les qualités que doit posséder une batterie médicale destinée à accomplir un certain travail chimique, tout en surmontant une résistance extérieure assez grande.

Considérons de nouveau la formule

$$I = \frac{nE}{nr + R}$$

Elle montre tout d'abord que les couples d'une batterie médicale doivent posséder une certaine force élec-

tromotrice, afin que le nombre de ces couples ne soit pas trop élevé et que, par suite, la batterie ne soit pas encombrante.

En second lieu, elle fait voir la nécessité de choisir des couples ne présentant pas une résistance trop forte, puisque dans ce cas aussi, il en faudrait un nombre élevé. Ce sont, en effet, les couples doués de la moindre résistance qui, en nombre égal, donnent la plus forte intensité.

La résistance du corps humain étant grande, pour obtenir un courant dont l'intensité pourra varier à volonté d'un milliampère à 35 milliampères environ, la batterie devra renfermer un nombre suffisant d'éléments. Écrivons la formule suivant la seconde manière, soit

$$I = \frac{E}{r + \frac{R}{n}}$$

On voit à première vue que, la résistance extérieure étant invariable, l'intensité augmente avec le nombre des couples, le dénominateur devenant d'autant plus petit que n devient plus élevé.

Le nombre des couples nécessaire sera d'autant moins grand que la résistance intérieure de chaque couple sera plus faible. Et, en effet, plus r sera petit, plus l'intensité du courant sera grande pour un même nombre de couples.

Nous pouvons donc poser les conclusions suivantes :

On devra choisir, pour composer une batterie médicale ordinaire, des couples ayant une force électromotrice assez notable, d'un volt environ, d'une résistance intérieure faible, et associer ces couples en série, en nombre suffisant pour obtenir un courant assez intense.

Théoriquement, il paraît y avoir un avantage dans le choix des couples d'une grande force électromotrice. Mais, dans la pratique, il faut qu'on puisse faire varier l'intensité du courant d'une manière progressive, en présence d'une même résistance. Or, vous verrez bientôt qu'habituellement on fait varier cette intensité en se servant d'un nombre de plus en plus grand de couples, et que souvent les collecteurs prennent ces couples par paire (de 2 en 2). Si la force électromotrice de chaque couple était trop forte, il serait impossible de faire augmenter doucement, sans secousses, l'intensité du courant.

Il nous reste encore à dire un mot des piles dites *de tension* dont l'emploi a été recommandé par quelques spécialistes. A un certain moment, ceux-ci ont pensé que, pour obtenir du courant de pile le maximum d'effet utile, il fallait choisir des couples de faible force électromotrice et de forte résistance intérieure. Que devons-nous penser de ce genre de dispositif? Cette question est aujourd'hui jugée. La formule précédente montre que les éléments de faible force électromotrice et d'une grande résistance intérieure, donnent, associés en série, un courant de faible intensité. De semblables couples ne peuvent fournir, une certaine intensité lorsque le courant est fermé sur une résistance, qu'à la condition d'être associés en nombre considérable. Mais les qualités de ce dispositif sont un peu particulières et ce fait mérite d'être connu.

Piles dites de tension.

Quand le courant de pile est fermé et en travail sur une résistance donnée, ce travail est fonction de l'intensité du courant, quelles que soient les qualités des couples. Mais lorsque la pile est composée d'un grand nombre de couples de faible force électromotrice et très

résistants, elle offre cette particularité d'avoir, à circuit ouvert, un potentiel élevé à chaque pôle et de produire, au moment de la fermeture, une plus grande chute de potentiel. Elle produit donc à chaque fermeture des effets de décharge plus marqués que dans le cas où les couples ont des qualités opposées. Et c'est peut-être pour ce motif que certains praticiens ont reconnu à ce genre de pile une plus forte activité physiologique.

Les formules que nous connaissons déjà indiquent nettement le fait.

En appelant ε la différence de potentiel aux pôles, cette valeur est égale à nE, à circuit ouvert, soit

$$\varepsilon = n\mathrm{E}.$$

A circuit fermé, la formule d'Ohm donne

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{R}}$$

soit pour n éléments

$$\mathrm{I} = \frac{n\mathrm{E}}{nr + \mathrm{R}}$$

La force électromotrice en fonction des résistances est devenue E = RI que nous désignerons par ε', soit pour n éléments

$$\frac{n\mathrm{ER}}{nr + \mathrm{R}} < n\mathrm{E}.$$

La différence entre ε et ε', soit entre nE et $\frac{n\mathrm{ER}}{nr + \mathrm{R}}$, sera d'autant plus grande que n et r seront plus grands.

Si l'on veut obtenir ces effets de décharge, réalisés ici par la chute de potentiel à circuit fermé, il vaut mieux, vous le verrez, se servir des condensateurs et des appareils d'induction.

En définitive, la batterie médicale propre à produire

les effets voulus à circuit fermé devra être composée de couples ayant les qualités que nous avons précédemment énumérées.

Les meilleurs couples usités en France, sont à cet égard ceux de Gaiffe (de moyenne taille), de Chardin au bisulfate (de moyenne taille), et de Callaud-Trouvé.

TREIZIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

I. Électrophysique. — Batteries médicales. — Condensateur à feuilles d'étain. — *Détermination des conditions dans lesquelles on opère :* force électromotrice ; mesure de l'intensité, galvanomètres ; mesure de la quantité : voltamètre ; mesure de la résistance : boîtes de résistance.

Messieurs,

Les couples que nous avons choisis pour la constitution d'une batterie médicale doivent être, vous vous en souvenez, associés en série. Une pile médicale se compose le plus souvent de 20 à 40 couples. Il est indispensable que ceux-ci soient reliés à un appareil permettant de se servir d'un nombre variable de couples.

Dans la plupart des cas on peut sans inconvénient passer de l'intensité du courant fourni par n couples à celle que donnent $n+1$, ou même $n+2$ couples, à la condition que ce passage puisse avoir lieu sans interruption dans le courant.

Collecteur.

Dans ce but, on utilise l'accessoire des batteries connu sous le nom de *collecteur*. Le collecteur est simple ou double. Le dernier, le collecteur double, est habituellement disposé de manière à permettre le renversement progressif, sans secousses, du sens du courant.

Nous décrirons brièvement les collecteurs construits par Gaiffe.

Le *collecteur simple* ou rectiligne (fig. 39) comprend une planchette de bois sur laquelle sont fixés des boutons 0, 1, 2, etc., ou 0, 2, 4, etc. Au-dessus de la série

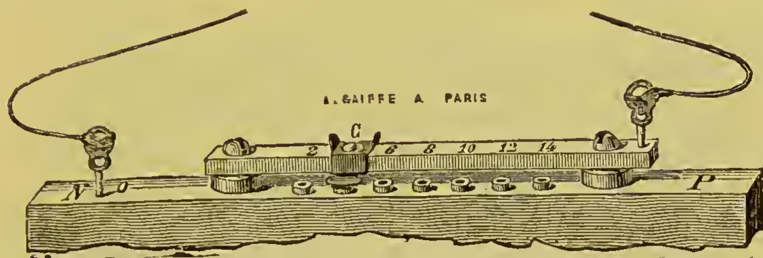


Fig. 39.

des boutons, commençant à 1 ou à 2, règne une barre métallique reliée aux boutons par un curseur que l'on fait glisser à la main.

Le schéma ci-contre (fig. 40) montre qu'en mettant un fil rhéophorique dans la borne 0 et l'autre, repré-

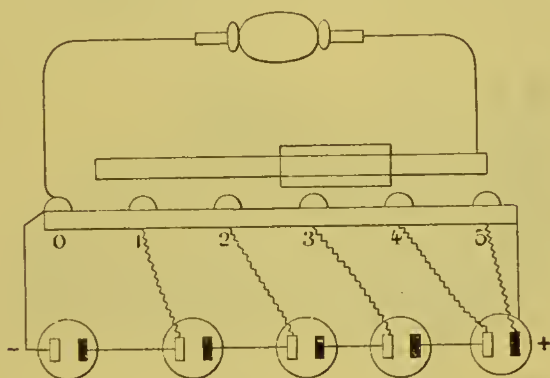


Fig. 40.

sentant le positif dans la borne de la réglette métallique, on peut introduire un à un dans le circuit les différents couples à l'aide du glissement du curseur.

Celui-ci est fait de manière à toucher un des boutons avant de quitter le précédent, ce qui assure la continuité du courant. Le collecteur peut être aussi disposé

pour que les couples soient introduits deux par deux,

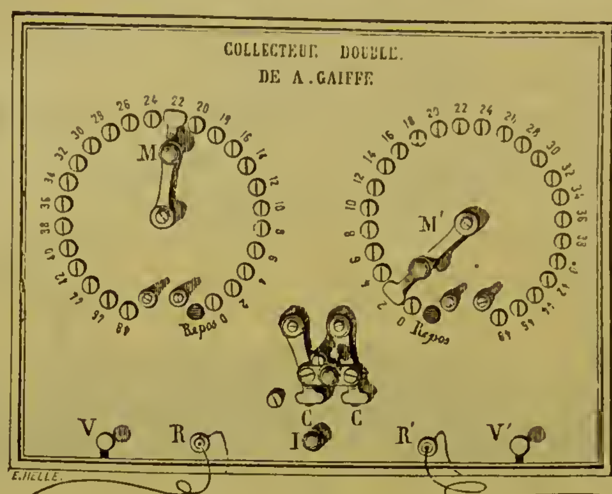


Fig. 41.

comme cela a lieu dans la fraction d'appareil représenté (fig. 39).

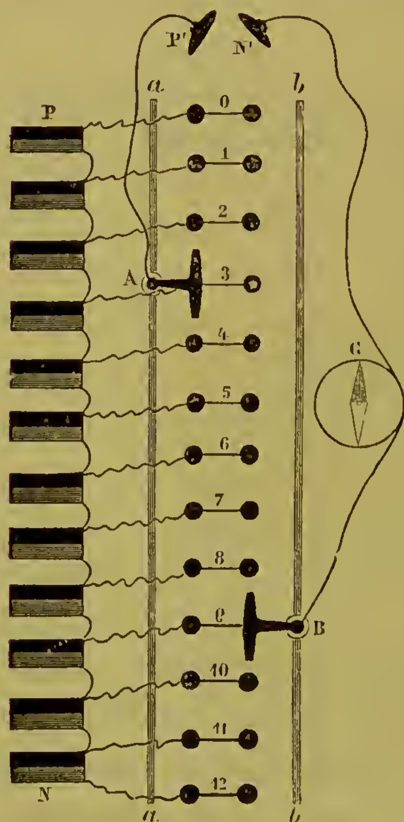


Fig. 42.

En pratique on réunit souvent les couples aux divers boutons de 2 en 2, ce qui est généralement suffisant pour permettre l'accroissement progressif de l'intensité du courant.

Le collecteur double est la réunion de deux collecteurs simples suivant le schéma ci-contre (fig. 42). Dans la plupart des meubles de cabinet on lui donne la disposition circulaire (fig. 41).

Dans celui de Gaiffe, le pôle négatif correspond toujours au bouton marqué du chiffre le plus bas.

Suivant la manière dont les fils de la batterie sont reliés aux boutons, on peut faire entrer les couples un à un ou deux par deux dans le circuit.

Le plus souvent c'est cette seconde méthode qui est adoptée. Mais le schéma de la figure 42 montre la dis-

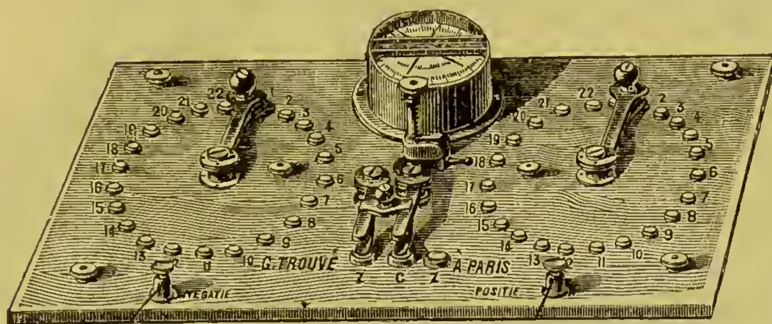


Fig. 43.

position qui permet de prendre les couples un à un. Une des manettes étant sur le bouton marqué 3, l'autre sur le bouton 9, on a le courant donné par 6 couples. Dans le collecteur double de Trouvé (fig. 43) on peut introduire successivement et un par un dans le circuit

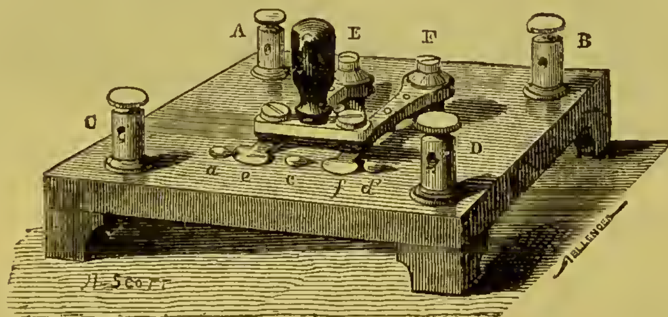


Fig. 44.

deux groupes de couples. Les batteries médicales de Chardin portent un collecteur analogue.

Le collecteur double a l'avantage, sur le simple, de permettre de faire entrer dans le circuit un segment quelconque de la pile, ce qui permet, dans les cas où un nombre restreint de couples est mis à

contribution, de ne pas user constamment les mêmes.

Commutateur. On associe presque toujours au collecteur deux autres accessoires : un commutateur qui permet de renverser brusquement le sens du courant, et un bouton interrupteur (fig. 41).

Le plus usité des commutateurs pour les batteries médicales est celui d'Ampère (fig. 44).

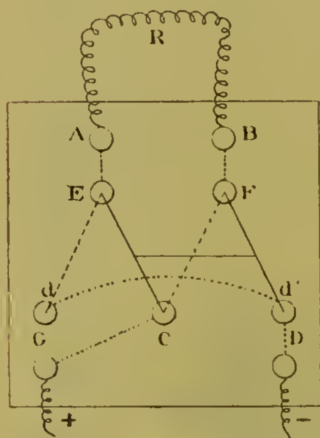


Fig. 45.

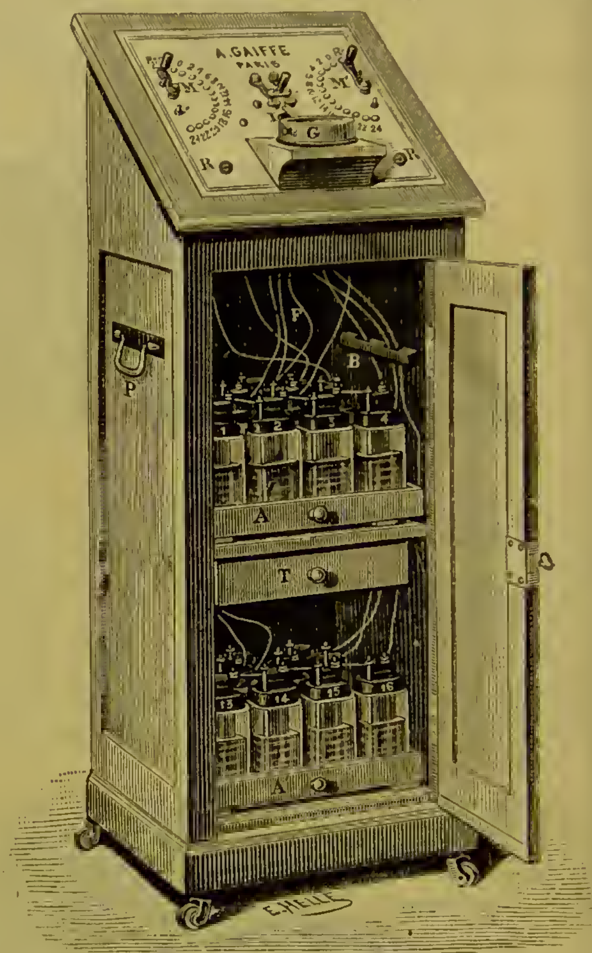


Fig. 46.

L'inspection de la figure ci-contre (fig. 45), montre comment il fonctionne.

Dans la position représentée par les traits pleins, le courant va dans le circuit extérieur de A en B. Dans la position représentée par les traits pointillés, il marche en sens inverse de B en A.

Mais il est rare que l'on ait à produire un renversement brusque du courant ; au contraire, il est fré-

quent d'avoir à l'éviter. Le collecteur double de Gaiffe (fig. 41 et 46) permet de renverser le courant d'une manière progressive. On laisse en place la manette située sur le bouton marqué du chiffre le plus élevé et l'on fait circuler l'autre. Au moment où celle-ci arrive sur le bouton marqué du même chiffre, le courant

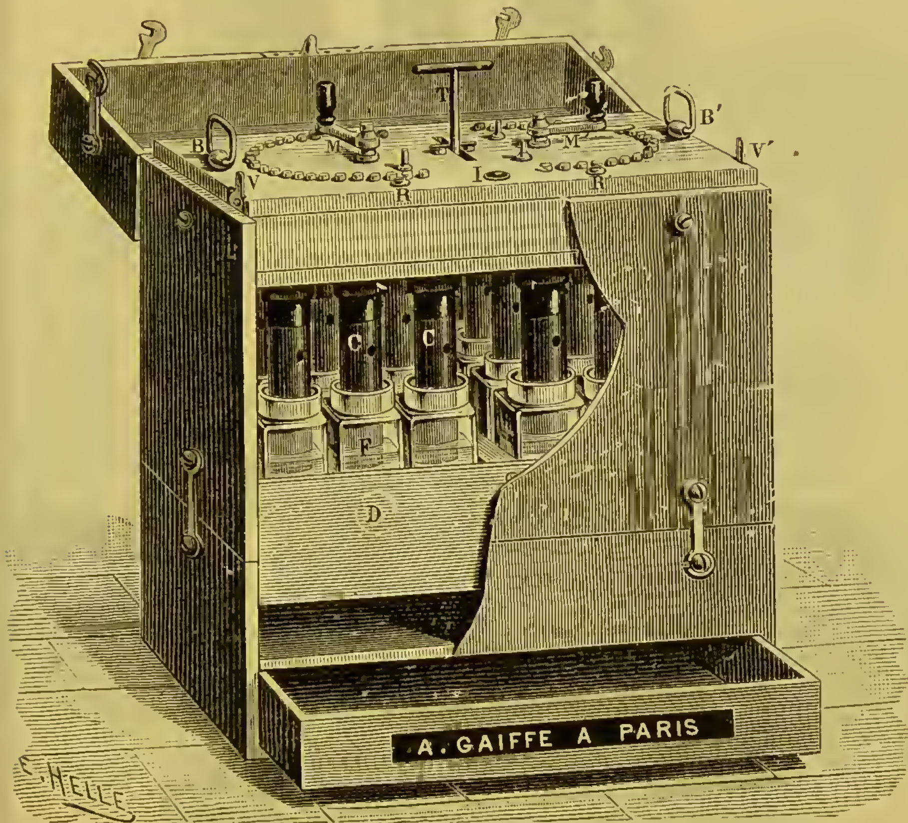


Fig. 47. — Batterie de Gaiffe au bisulfate.

est nul; il redevient sensible, mais de sens inverse au fur et à mesure que la manette avance.

On peut aussi faire revenir en arrière la manette restée fixe tout à l'heure, puis faire circuler l'autre.

La batterie médicale ordinaire peut se placer soit dans une armoire, soit dans un meuble spécial, peu importe, pourvu qu'elle soit à l'abri de l'évaporation et munie des accessoires nécessaires (fig. 46). Nous aurons l'occasion

de revenir plus tard sur quelques-uns de ces derniers.

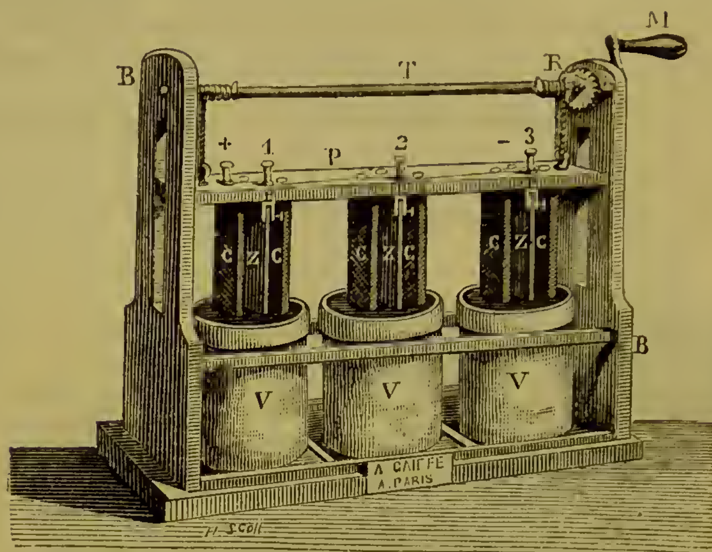


Fig. 48.

Mais, telle que nous venons de la décrire, cette batte-

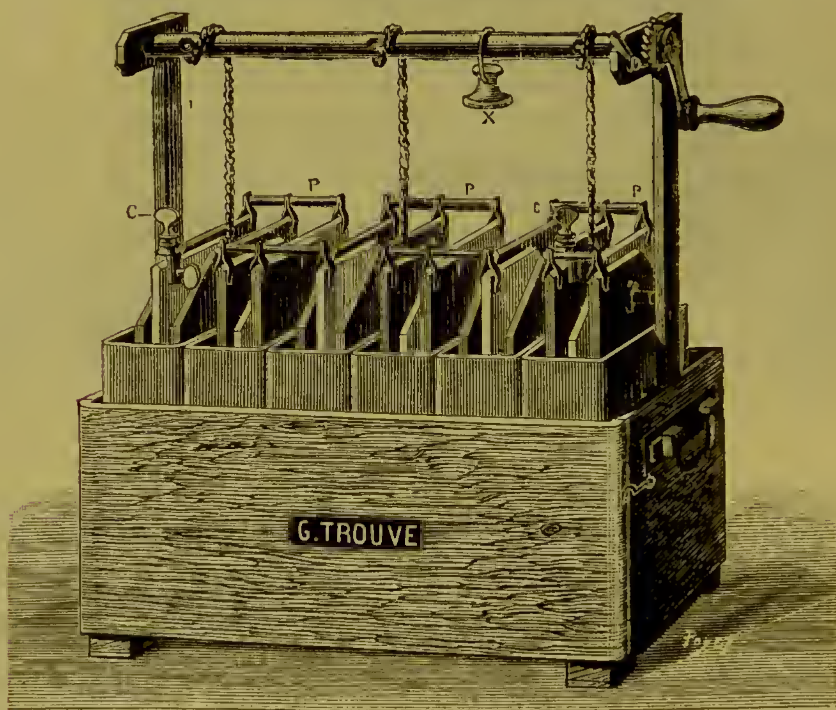


Fig. 49.

rie ne peut fournir que des courants d'une intensité moyenne.

Batteries d'intensité.

Dans certains cas il est nécessaire de se servir de courants de plus grande intensité, soit pour agir sur l'organisme, soit pour obtenir des effets lumineux ou calorifiques, soit enfin pour actionner les moteurs des machines statiques.

Pour les applications médicales qui nécessitent

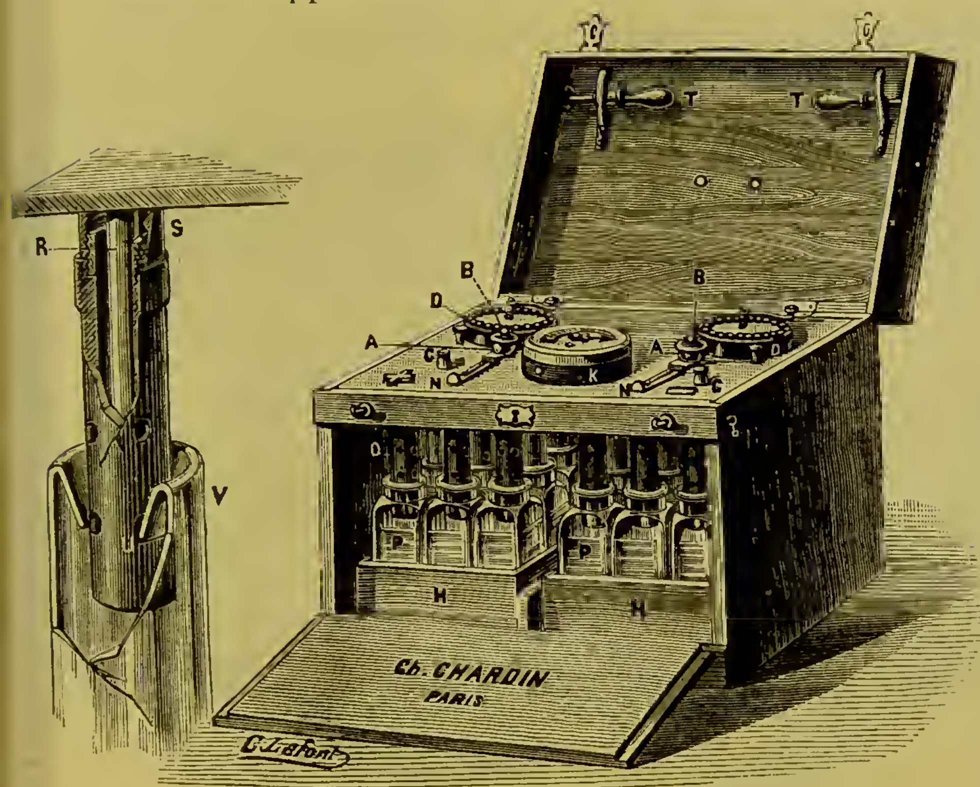


Fig. 50. — Batterie de Chardin au bisulfate.

l'emploi d'un courant très intense, on fera choix des piles formées par des couples au bisulfate.

Des batteries de 24 couples de ce genre, par conséquent peu encombrantes et même portatives, peuvent fournir des courants très puissants (fig. 47). On en trouve de bien agencées chez nos constructeurs : Gaiffe, Trouvé, Chardin.

Pous les autres usages (galvanocaustie, production d'effets lumineux ou mise en action des moteurs) on a

recours aux couples de grande force électromotrice au bichromate ou à l'acide chromique.

Trouvé et Gaiffe fabriquent des batteries à treuil assez commodes quand on ne craint pas d'avoir un appareil encombrant (fig. 48 et 49).

On peut encore utiliser les batteries Chardin et Trouvé spécialement disposées pour la galvano-caustie (fig. 51, 52, 53).

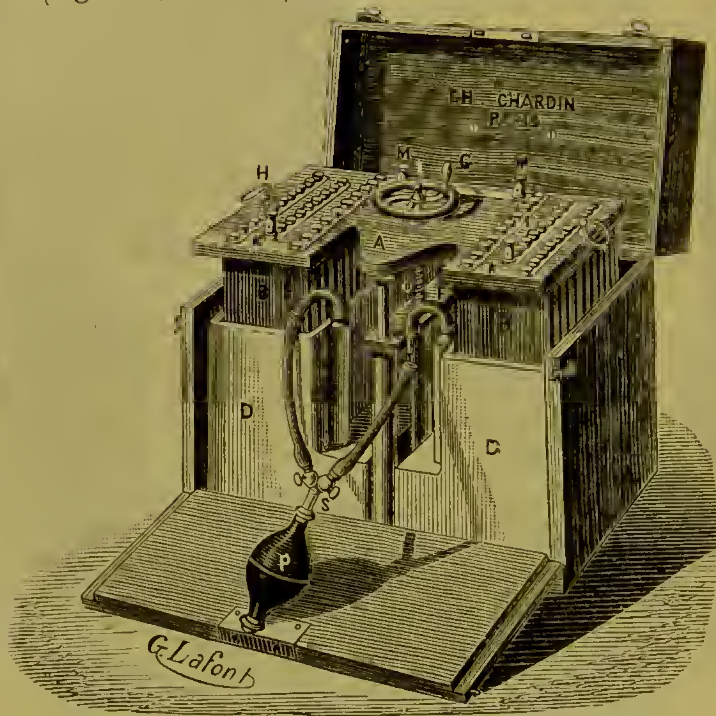


Fig. 51. — Batterie de Chardin au bichromate.

Mais il est peut-être préférable, pour ces divers usages, de se servir d'accumulateurs entretenus par le fabricant.

Rappelons encore que le praticien a besoin, pour actionner les appareils d'induction, d'un ou de deux couples.

A cet égard on n'a que l'embarras du choix. Les appareils portatifs contiennent la pile fournissant le courant. Pour le cabinet on se servira d'une pile-bouteille, de deux couples Gaiffe (moyen ou grand modèle)

associés en série, ou d'un des autres couples dont nous avons donné précédemment la description.

Il nous reste encore à faire connaissance avec le condensateur à feuilles d'étain, instrument introduit en

Condensateur à feuilles d'étain.

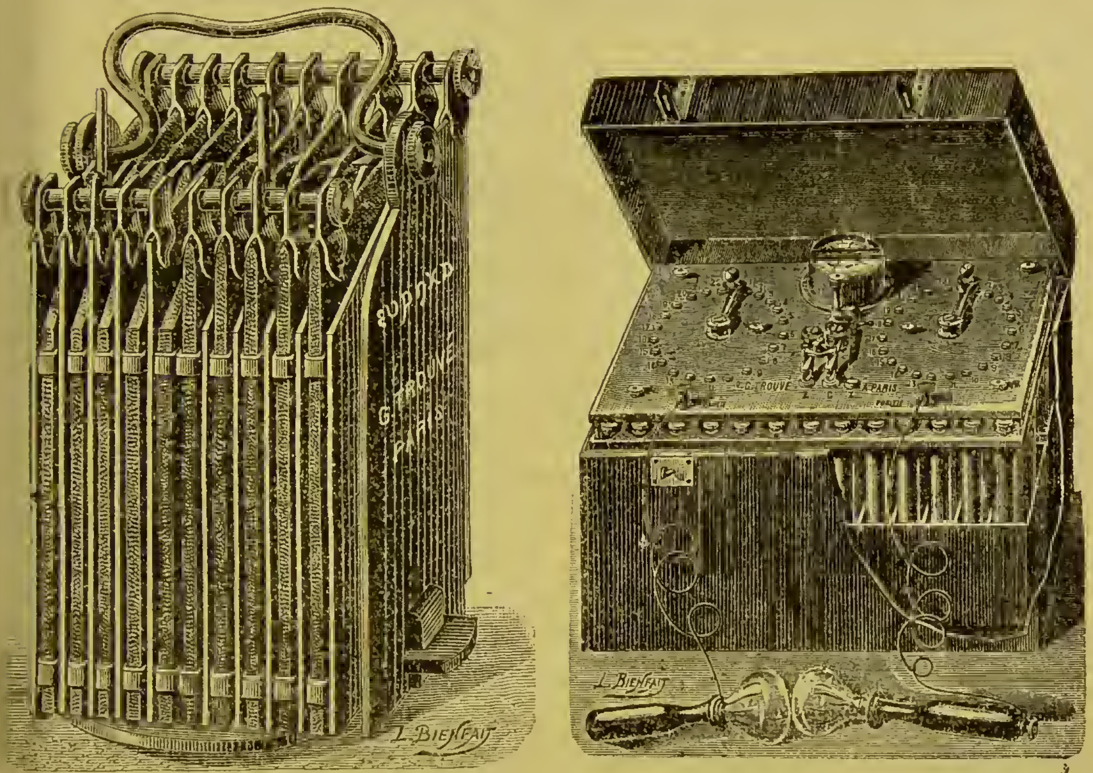


Fig. 52 et 53. — Batteries de Trouvé au bichromate.

électrothérapie depuis quelques années, dans le but de produire, avec le courant de pile, des effets de décharge se rapprochant de ceux qui sont déterminés par les courants induits. L'usage de ce condensateur tend à remplacer dans la pratique celui de la galvanisation interrompue.

L'instrument en question est d'une construction très simple, mais d'un étalonnage assez délicat.

On superpose des feuilles d'étain et on les sépare par du papier paraffiné, jouant le rôle d'isolant. Chaque

feuille dépasse un peu par un de ses côtés le papier paraffiné.

Les rebords ainsi ménagés sont superposés de deux en deux, de telle sorte que l'on a une série de feuilles paires, une série de feuilles impaires, ainsi que l'indique le schéma de la figure 54, C.

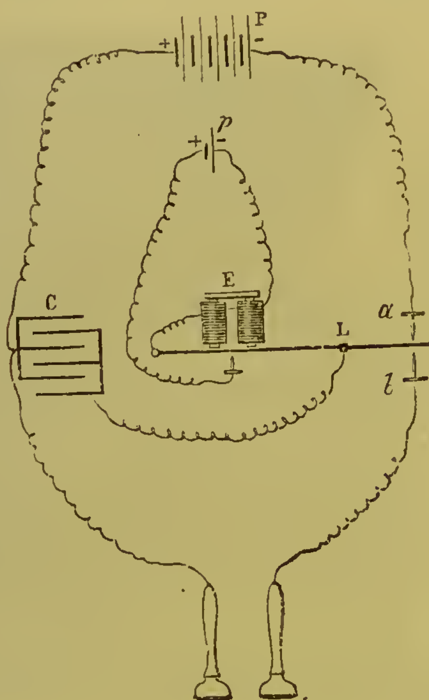


Fig. 54.

Le tout est comprimé, plongé dans de la paraffine bouillante et enfermé après refroidissement dans une boîte dont le couvercle porte deux bornes en rapport avec les rebords des armatures.

Cet instrument, tout en différant des condensateurs électrostatiques par la petitesse relative de son volume, présente une surface de condensation très considérable et par suite une grande capacité. Pour les usages physiologiques et médicaux il est disposé de manière à avoir une capacité d'au moins 1/2 microfarad, le plus souvent d'un microfarad, divisé ou non par fractions de 0,1 à 0,5 microfarad.

Guillemin ayant démontré qu'un condensateur à lames d'étain peut être chargé instantanément à saturation à l'aide d'une batterie ordinaire à cause de la quantité considérable d'électricité que celle-ci peut fournir dans un laps de temps extrêmement court, cet instrument a reçu diverses applications. L'usage en a

été introduit en médecine il y a quelques années par Boudet de Pâris.

Connaissant les divers appareils destinés à fournir le courant de pile, il nous reste à apprendre comment on détermine les conditions physiques dans lesquelles on opère. Mesures diverses.

La formule d'Ohm $\left(I = \frac{E}{R} \text{ ou } \frac{nE}{nr + R}\right)$ permet de résoudre divers problèmes ; mais, dans la pratique, les calculs sont évités grâce à l'emploi d'appareils de mesure qui doivent être considérés comme les accessoires indispensables des batteries médicales.

La force électromotrice des couples dont on fait usage est intéressante à connaître et on pourrait la déduire de la formule précédente. Mais c'est une constante invariable, déterminée une fois pour toutes, et la plupart des livres ou des catalogues donnent le tableau des forces électromotrices des principaux couples et parfois aussi des résistances de ces couples. Force électromotrice.

Voici quelques renseignements sur les couples que nous avons décrits :

Tableau des forces électromotrices.

Daniell	1,079
Callaud-Trouvé	0,98
Gaiffe	1,35
Couples au bisulfate de mercure	1,526
Couples au bichromate de potassium	1,9 à 2,026.

La mesure la plus importante, celle de l'intensité du courant, est fournie par le galvanomètre, instrument indispensable, devant être annexé à toute batterie médicale. Pendant longtemps on s'est servi uniquement de galvanoscopes. La pratique du galvanomètre pro- Intensité.

prement dit n'a été possible qu'à partir du moment où l'on s'est entendu sur les unités électriques.

Les premiers galvanomètres médicaux construits par Gaiffe avaient pour principe le multiplicateur de Nobili.

Vous n'avez pas oublié l'expérience d'Œrsted. Lorsqu'un courant de pile traverse un fil situé dans le plan du méridien magnétique et situé dans le voisinage d'une aiguille aimantée, mobile dans un plan horizontal, l'aiguille est déviée et tend à se mettre en croix avec le courant.

Ampère a comparé le courant électrique à un bonhomme couché sur le dos, regardant l'aiguille et traversé par le courant des pieds à la tête.

Quand le courant passe, le pôle austral (N) de l'aiguille est toujours dévié à la gauche du bonhomme. On peut se servir de cette loi pour reconnaître pratiquement le sens d'un courant.

Schweigger augmenta l'effet produit sur l'aiguille en faisant passer le courant à travers un fil recouvert de soie et enroulé sur un cadre de bois, d'ivoire ou mieux de cuivre rouge. Enfin Nobili remplaça l'aiguille unique, mobile, par deux aiguilles aimantées, reliées l'une à l'autre par une tige métallique et disposées parallèlement de manière à se correspondre par leurs pôles de nom contraire. Ces aiguilles représentent un système astatique. L'une des aiguilles étant plus fortement aimantée que l'autre, on suspend le système à l'aide d'un fil de cocon et, tandis que l'une est entourée d'un multiplicateur, l'autre se déplace à l'extérieur sur un cadran de manière à indiquer les déviations du système pendant le passage d'un courant à travers le multiplicateur.

L'amplitude de la déviation dépend de l'intensité du courant.

Galvanomètres.

C'est à l'aide d'un système de ce genre que Gaiffe a obtenu des galvanomètres médicaux dont les divisions indiquaient des milliampères. En imprimant au cadre qui porte les torsades de fil une certaine courbure, il était parvenu à donner aux divisions une valeur uniforme. Ce genre de galvanomètre tend à être abandonné pour diverses raisons. Il est influencé par le voisinage des masses magnétiques, et vous savez que nos maisons modernes comprennent presque invariablement des constructions en fer. D'autre part, il n'est pas gradué de manière à permettre d'employer les courants très intenses qui sont actuellement d'un usage fréquent.

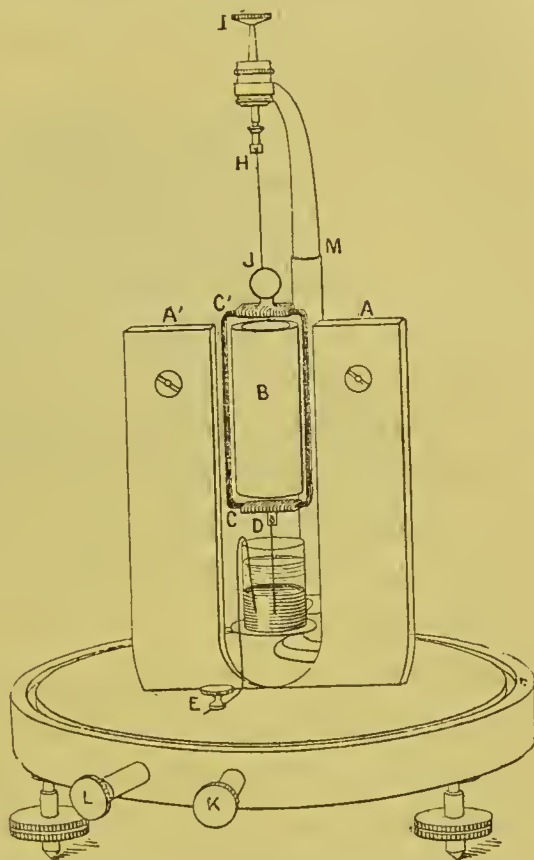


Fig. 55.

Les nouveaux galvanomètres Gaiffe procèdent du galvanomètre de Desprez et d'Arsonval.

Ce dernier instrument est fondé sur l'action réciproque d'un aimant et d'un courant (fig. 55). Il comprend un aimant puissant en fer à cheval, A, A', dont

l'axe est vertical, entre les branches duquel est placé un tube de fer doux, B, fixe comme l'aimant et qui, en s'aimantant sous son influence, concentre les lignes de force du champ magnétique sur la bobine.

Dans le double champ magnétique ainsi constitué peut se mouvoir un cadre de fil de cuivre isolé, suspendu par un fil fin d'argent soutenu lui-même par une potence.

Un bouton molletté permet de soulever le cadre et de l'orienter par rapport au champ magnétique. Un miroir, solidaire du cadre, permet de lire la déviation par la méthode du miroir. En projetant sur ce miroir un rayon lumineux qui va éclairer une échelle divisée, placée à distance sur le mur de la salle, les moindres déviations du cadre deviennent apparentes. Inférieurement, ce cadre porte un fil de platine qui trempe dans un godet à mercure que surmonte une couche d'eau contenant du cyanure de potassium. Un des bouts du fil enroulé sur le cadre correspond au fil JH, et se trouve mis en contact électrique avec la potence M et la borne K. Un second fil de platine trempant dans le mercure met, par la vis E, le second bout du fil formant le cadre mobile, en contact avec la borne L. Le courant à mesurer entrant par K monte le long de la colonne M, descend par le fil de suspension HJ, traverse le cadre CC′ et ressort par D pour aboutir à la vis E et à la borne L. Le fil d'argent HJ a environ 5 centièmes de millimètre. Il sert à la fois de conducteur au courant, d'axe de rotation au cadre galvanométrique et de ressort antagoniste s'opposant à la force qui tend à dévier le cadre et par conséquent il peut servir à mesurer cette force.

Cet instrument ne peut être influencé ni par le ma-

gnétisme terrestre, ni par le voisinage des corps magnétiques. Il est, de plus, absolument apériodique et instantané, de sorte que, traversé par un courant, le conducteur mobile prend immédiatement sa position d'équilibre sans aucune oscillation. Enfin il est d'une grande sensibilité.

Gaiffe construit, d'après le galvanomètre d'Arsonval,

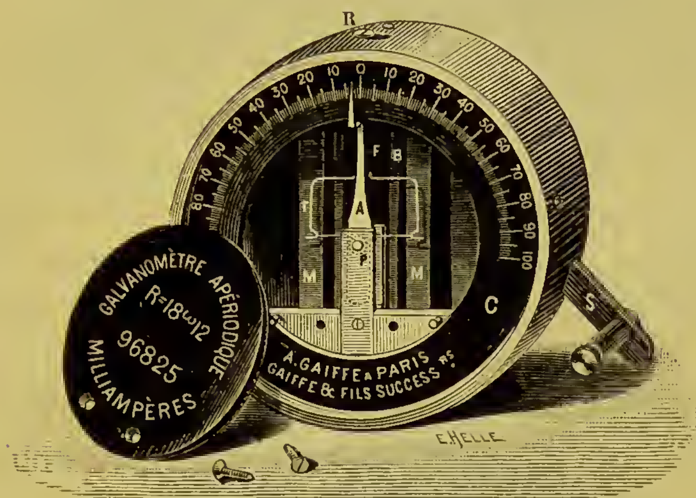


Fig. 56.

deux nouveaux instruments. Le premier modèle, catalogué sous le nom de galvanomètre apériodique, se compose (fig. 56) d'un galvanomètre d'Arsonval dont la bobine B, mobile entre les branches de l'aimant M, est ramenée au zéro par une masse de fer doux F, remplaçant les fils de torsion. Le mouvement de la bobine est transmis, par l'intermédiaire d'une fourchette T et de deux fils de soie, à une aiguille index en aluminium V qui l'amplifie en se mouvant dans un plan perpendiculaire au plan de rotation de la bobine. L'aiguille parcourt un cadran C qui porte 100 divisions à gauche et à droite du zéro. L'instrument étant équilibré dans toutes ses parties, peut être employé indifféremment dans toutes les positions. Il permet la lec-

ture trois à quatre secondes après que le courant a été lancé à travers la bobine, et il est suffisamment stable pour que les vibrations ou chocs qui lui sont transmis restent sans action sur la marche de l'aiguille.

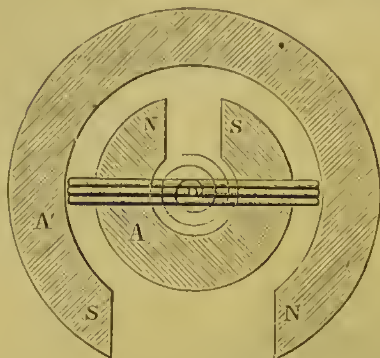
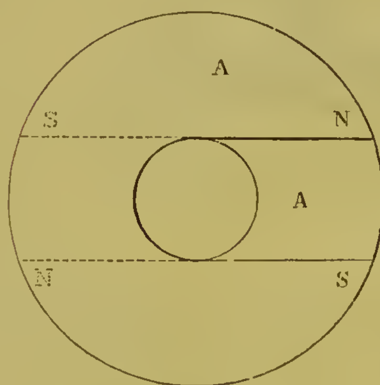
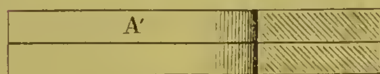


Fig. 57.

Dans le second instrument, portant le nom de d'Arsonval-Gaiffe, la masse de fer doux du galvanomètre d'Arsonval est supprimée. La bobine est montée sur un axe en acier dont les pointes très polies roulent dans des chapes en pierre dure très travaillée, tandis que deux ressorts spiraux, en métal non magnétique, servent à la fois à ramener la bobine au zéro et à conduire le courant. Deux dispositifs différents ont été adoptés. Dans le premier, deux aimants AA', (fig. 57) sont roulés en cylindre et disposés de telle sorte que les pôles de l'un correspondent au point neutre de l'autre. Le champ magnétique est ainsi régularisé et la bobine se meut dans l'espace resté entre les deux aimants.







A
Fig. 58.

Dans le second dispositif des aimants plats découpés comme l'indique la figure 58, sont superposés et laissent entre les deux extérieurs AA et les deux intérieurs A', la place nécessaire pour loger la bobine.

Comme dans le premier dispositif, les pôles des uns regardent les points neutres des autres. Dans les deux

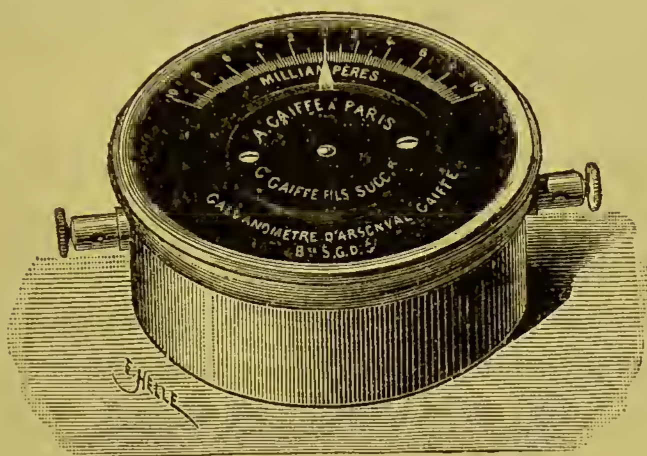


Fig. 59.

cas la branche N des aimants extérieurs correspond à la branche S des aimants intérieurs.

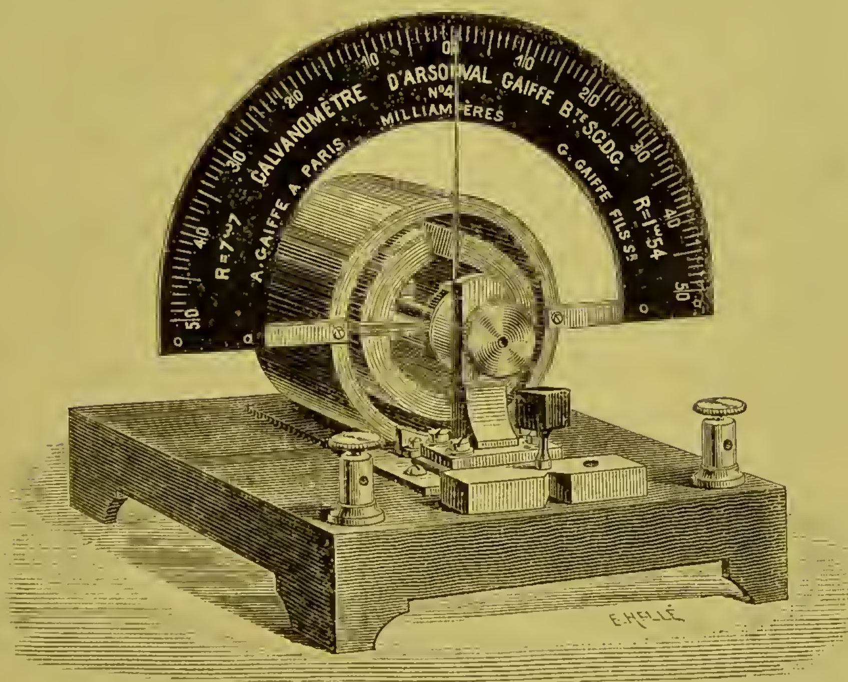


Fig. 60.

Les galvanomètres ainsi obtenus sont sensibles, apériodiques et à divisions régulières. On en fabrique trois

modèles. Les deux premiers sont petits, transportables et doivent être utilisés à plat (fig. 59). Le troisième est grand, à cadran vertical; il est surtout destiné aux expériences de laboratoire (fig. 60).

Quantité. A tout moment d'une électrisation, on doit pouvoir consulter le galvanomètre et connaître l'intensité du courant employé sans avoir de calcul à faire.

Il est, de plus, nécessaire, lorsqu'on emploie le courant continu, de savoir quelle est la quantité d'électricité dépensée dans le cours d'une séance.

Si le courant conservait d'une manière constante la même intensité, on connaîtrait la quantité d'électricité utilisée dans un temps quelconque, à l'aide d'une des formules précédemment indiquées $Q = It$ (t étant le nombre de secondes). Mais la résistance extérieure étant variable pendant le cours d'une même opération, un calcul de ce genre est presque impossible. Pratiquement il est rendu inutile par l'emploi du voltamètre.

Cet instrument est une heureuse application des lois de Faraday touchant l'action chimique dite électrolytique. Je dois vous rappeler ces lois.

1° L'action électrolytique est indépendante de la position relative de la pile et de l'électrolyte.

On peut donc introduire le voltamètre en un point quelconque du circuit extérieur, fermé d'autre part sur l'organisme.

2° La quantité d'électrolyte décomposée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui a passé dans le circuit.

Un coulomb décompose toujours une même quantité d'eau; il donne naissance, par conséquent, à un poids connu et déterminé d'hydrogène.

Comme le même nombre de coulombs traverse simultanément toutes les parties du circuit, toutes les actions chimiques qui se produisent simultanément sur le parcours de ce circuit, s'effectuent en quantités équivalentes.

Cette loi ne souffre aucune exception, ni aucun écart.

Donc, toutes les fois qu'un même volume de gaz se sera produit dans le voltamètre, le travail chimique et la quantité d'électricité dépensée seront déterminés. Vous remarquerez, toutefois, qu'on n'a pas ainsi la mesure de l'énergie totale employée.

Je crois important de vous faire bien comprendre le genre d'indication fournie par le voltamètre.

Introduisons dans le circuit de pile un organisme humain pour procéder à une galvanisation continue.

Avec quatre couples nous obtiendrons un courant dont l'intensité sera I.

Plaçons maintenant dans le circuit un voltamètre, toutes choses égales d'ailleurs. Nous augmenterons par ce fait la résistance extérieure et le travail. Pour que le courant conserve la même intensité I, il faudra faire usage d'un nombre n' de couples, plus grand que n. La puissance de la pile ou énergie deviendra

$$n'\mathrm{EI}t > n\mathrm{EI}t.$$

L'augmentation d'énergie correspondra à l'électrolyse produite dans le voltamètre ; elle donnera la mesure proportionnelle du travail effectué dans le reste du circuit, c'est-à-dire dans l'organisme, par le courant d'une intensité I, pendant le temps t, ou, si l'on veut, la mesure de la quantité d'électricité qui traverse pendant ce laps de temps, toutes les parties du circuit.

Le voltamètre de Gaiffe (fig. 61) se compose de deux

tubes de verres concentriques, dont l'un, le central C, qui enveloppe les électrodes de platine, est divisé et sert à recueillir et à mesurer les gaz mélangés (H et O), et dont l'autre T est le réservoir de liquide.

Les deux tubes communiquent entre eux par les tubulures OO'. Il suffit, après chaque expérience, de soulever un instant par l'anneau A, le bouchon *b* qui ferme le tube central pour remplir de nouveau ce dernier de liquide.

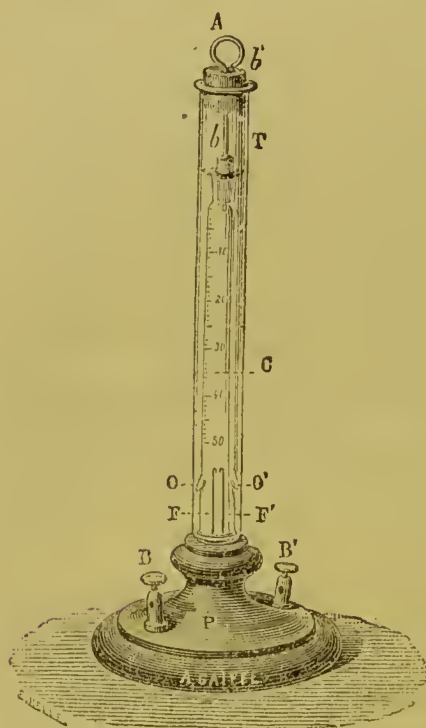


Fig. 61.

Autrefois ce tube central était divisé en centimètres cubes. Aussi Boudet de Pâris a-t-il dressé une table qui indique immédiatement, pour des séances d'une durée de 10 minutes, les quantités d'électricité qui correspondent respectivement aux divers volumes de gaz accumulé dans le voltamètre. Actuellement Gaiffe a adopté la division en coulombs et a donné à l'instrument le nom de coulombmètre. Chaque degré, qui est divisé en dixièmes, est égal 0cc,1740844 et représente, à la température de 0° et à la pression de 0m,76 le travail d'un ampère pendant une seconde, c'est-à-dire un coulomb. Le galvanomètre et le coulombmètre sont, vous le voyez, les deux compléments les plus indispensables des batteries médicales.

Rhéostats. Les instruments destinés à mesurer les résistances

sont d'une utilité pratique moins considérable. Ils peuvent remplir cependant divers buts importants.

En général, pour la pratique, on se sert de boîtes de résistance ou rhéostats médicaux, constitués par des bo-

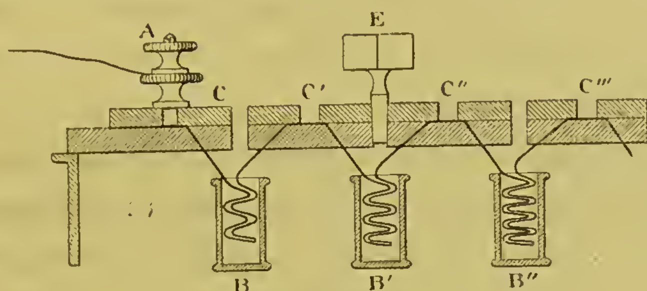


Fig. 62.

bines de fil de maillechort isolées dans de la paraffine et disposées de telle sorte qu'on peut intercaler dans le circuit une ou plusieurs d'entre elles, de manière à

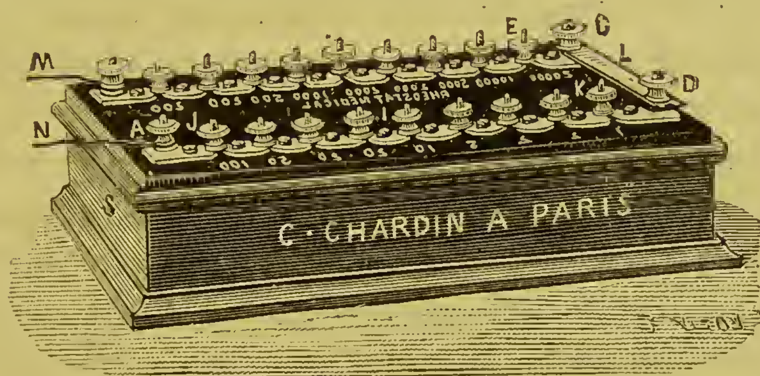


Fig. 63.

additionner au circuit une résistance connue, variant de 1 ohm à 40 000 ohms (fig. 62).

Dans le rhéostat médical de Gaiffe (fig. 63), il suffit de dévisser un des boutons du circuit métallique fixé sur le cadre de la boîte pour obliger le courant à passer par la bobine correspondante.

Cet instrument peut servir à mesurer l'intensité du courant lorsque le circuit de pile est fermé sur une

résistance donnée. Dans ce cas le galvanomètre est certes plus commode.

Le même instrument sert à mesurer la résistance d'une partie quelconque du corps humain dans des conditions déterminées, ou bien encore à graduer finement l'intensité du courant par diminution progressive de la résistance.

Dans le premier cas, on opère par la méthode dite de substitution. Après avoir observé au galvanomètre l'intensité du courant en fonction de la résistance opposée par l'organisme ou par une partie de l'organisme, on substitue à cette résistance un rhéostat dont on fait varier la résistance jusqu'à ce que le galvanomètre indique la même intensité de courant. La résistance marquée sur le rhéostat donne la valeur cherchée.

Le rhéostat sert surtout à graduer le courant d'une manière douce et progressive, ce qui est indispensable dans les applications se faisant dans certaines régions, notamment à la tête. On peut dans certains cas faire usage d'un rhéostat à liquide. Ce petit instrument permet de faire passer le courant à travers une colonne de liquide de longueur variable. Il existe encore d'autres rhéostats fonctionnant comme graduateurs du courant dans certains appareils spéciaux.

QUATORZIÈME LEÇON

ELECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

1. Électrophysique. — Densité du courant. — *Courants d'induction*, principes de l'induction. — Appareils d'induction.

Messieurs,

Avant de terminer la partie physique de notre étude sur le courant de pile, je dois encore vous exposer la question relative à la densité du courant.

Nous avons déjà parlé de la densité électrique à propos de l'électricité dite statique. Appliqué au courant de pile, ce terme exprime le rapport entre l'intensité de ce courant et la section du conducteur. En pratique, la question de la densité du courant a autant d'importance que celle de l'intensité. Elle a été bien traitée par Boudet de Pâris, dont les travaux sur ce point nous serviront de principal guide.

Dans les applications électrothérapiques, le circuit est constitué par les fils conducteurs, les tampons ou plaques réophoriques mises en contact avec la peau, et enfin par une partie du corps. La densité du courant est par suite variable en chacun de ces divers points. Au niveau de la peau, qui est la surface sensible, la densité doit être telle que, pendant la durée entière d'une séance, le patient ne ressente aucune douleur notable. Il faut, en outre, qu'il ne puisse pas se produire d'alté-

ration des téguments, laquelle pourrait avoir lieu sans douleur en cas d'anesthésie cutanée.

On tire de là cette loi importante, à savoir, que la surface des excitateurs doit être en rapport avec l'intensité du courant.

Au niveau du contact des réophores avec la peau, la section du circuit est mesurée par la surface active de l'excitateur. Le calcul montre qu'à intensité égale de courant, la densité varie dans des proportions considérables, suivant qu'on opère avec une plaque de grande surface ou avec un tampon. Voici l'exemple cité par Boudet de Pâris :

Un malade étant plongé dans un bain, dans l'eau duquel on a fait immerger un des pôles du circuit, si l'on applique sur une partie non plongeante une plaque de 500 centimètres carrés de surface, on obtiendra, avec une batterie de vingt éléments Gaiffe, un courant d'une intensité de 25 M.A. et une densité de courant de 0,05 M.A. par centimètre carré de surface. En employant un tampon de $2^{cm},5$ de diamètre, toutes choses égales d'ailleurs, pour arriver à la même intensité de courant, il sera nécessaire d'employer quarante-cinq couples au lieu de vingt et la densité s'élèvera à 5 M.A. par centimètre carré ; elle deviendra cent fois plus grande. Dans ces conditions, on produira une douleur intolérable et si l'application était prolongée la peau ne tarderait pas à s'altérer profondément.

Rendons-nous compte de ce qui se passe dans cette expérience. La diminution de la surface de l'excitateur crée une augmentation de résistance qu'il faut vaincre en multipliant le nombre des couples.

La densité par unité de surface s'accroît dans une

proportion énorme, bien que la quantité d'électricité traversant le circuit ne varie pas, l'intensité du courant restant la même.

Il aurait donc fallu, pour éviter tout accident et toute douleur en prenant un excitateur de petite surface, se

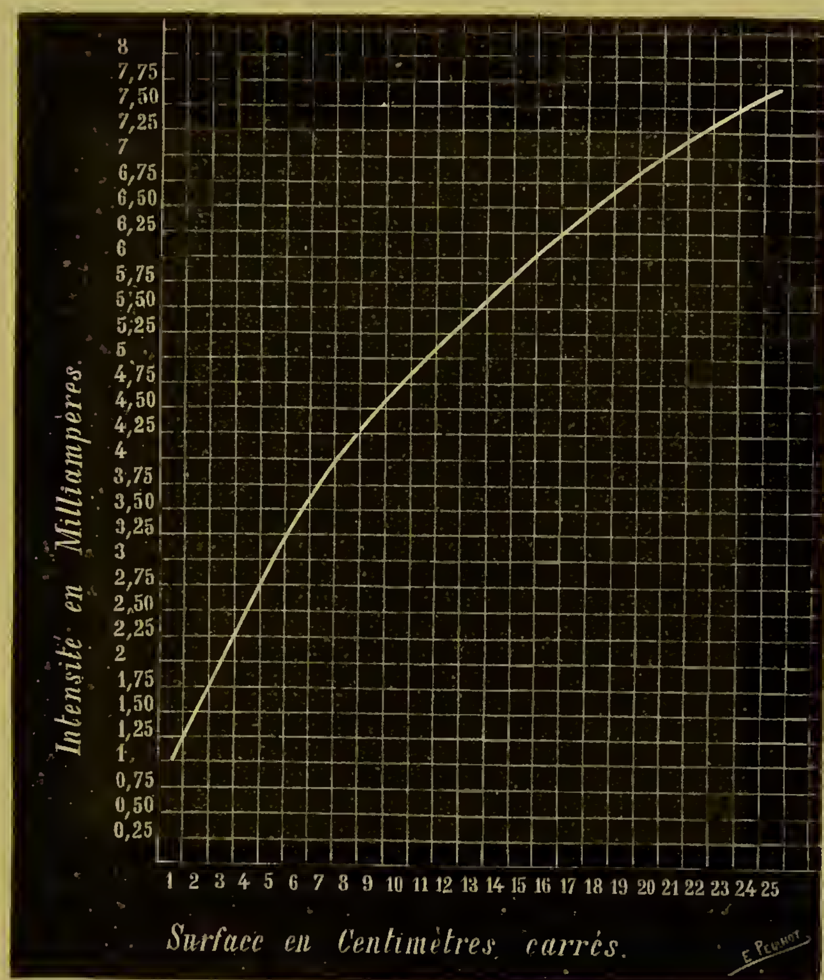


Fig. 64. — Courbe indiquant les densités pratiques. (Tableau n° 1.)

contenter d'opérer avec un courant de faible intensité.

On voit par là que, pour faire passer dans le corps une grande quantité d'électricité, il est indispensable d'augmenter proportionnellement la surface des excitateurs.

Malheureusement pour la pratique, on ne peut avoir une unité de densité. Il faut se contenter de savoir

que la densité doit être diminuée au fur et à mesure qu'on emploie un courant d'intensité plus grande.

Mais on pouvait rechercher expérimentalement la valeur qui peut être donnée à la densité dans l'emploi d'excitateurs de surface différente, pour des intensités variables de courant. C'est ce qu'a fait Boudet de Pâris pour les courants de 1 à 25 milliampères, appliqués pen-

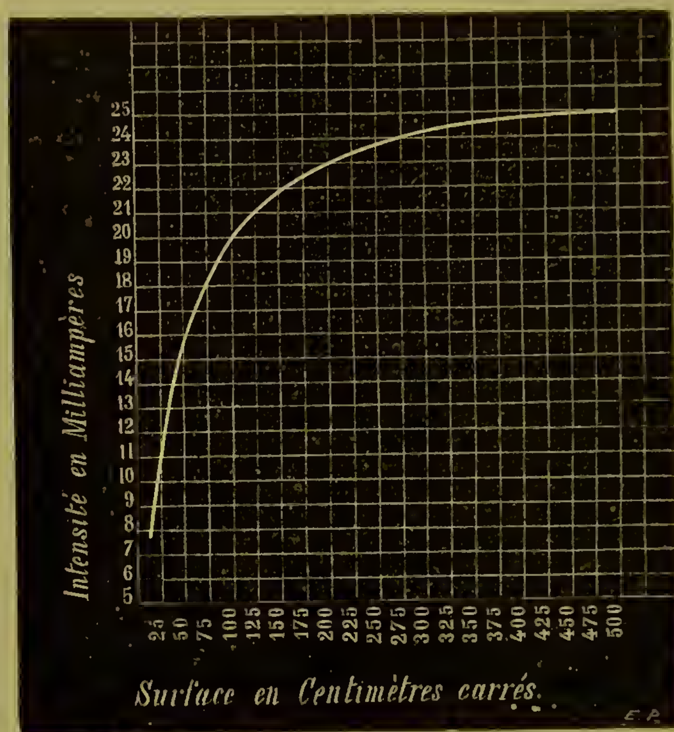


Fig. 65. — Courbe indiquant les densités pratiques. (Tableau n° 2.)

dant dix minutes. Ce travail pourrait être complété pour les courants de haute intensité actuellement utilisés.

Les valeurs moyennes obtenues par cet observateur sont indiquées par des tableaux, sous forme de courbes géométriques (fig. 64 et 65). On peut, à l'aide de ces tableaux, connaître l'intensité du courant qu'on pourra employer avec des excitateurs de surface connue, dans le cas d'excitation unipolaire. Le tableau indique la surface de l'excitateur actif. De même, étant donnée l'intensité

de courant qu'on se propose d'atteindre, le tableau montre quelle devra être, dans ce cas, la surface de l'excitateur. On voit, par exemple, que, pour arriver sans danger à une intensité de courant de 25 milliampères, on devra se servir d'un excitateur dont la surface sera de 500 centimètres carrés.

Il me semble, que d'une manière générale, les surfaces indiquées par Boudet de Pâris sont un peu exagérées. Il s'agit, il est vrai, de moyennes, et l'on sait que la tolérance pour la densité électrique peut être variable suivant les individus, suivant aussi la région au niveau de laquelle se fait l'application. On peut dire, cependant, qu'il est presque toujours facile de faire supporter un courant de 25 milliampères avec des excitateurs d'une surface sensiblement plus petite, soit d'environ 180 à 200 centimètres carrés.

La troisième source électrogénique à laquelle on s'adresse pour obtenir des flux électriques est l'*induction*. Vous savez qu'on désigne sous le nom de courants d'induction ou de courants induits ceux qui sont produits par l'action physique que font naître d'autres courants ou des aimants. Il y a donc lieu de distinguer l'induction volta-faradique et la magnéto-faradique. Courants d'induction.

L'induction volta-faradique, à laquelle on s'adresse le plus souvent, transforme, pour ainsi dire, l'énergie de la pile en une action mécanique. Mise en honneur en France par les remarquables travaux de Duchenne (de Boulogne), elle tient encore en électrothérapie une place importante, mais plus effacée peut-être que celle qui a été conquise dans ces dernières années par le courant de pile.

Il me paraît indispensable, avant de vous présenter

les appareils d'induction, de vous rappeler en quelques mots les faits généraux relatifs à l'induction.

On en doit la connaissance à Faraday (1831), et c'est pourquoi l'emploi médical des courants induits porte le nom de faradisation.

Considérons tout d'abord l'action qu'exerce un circuit parcouru par un courant sur un autre circuit voisin.

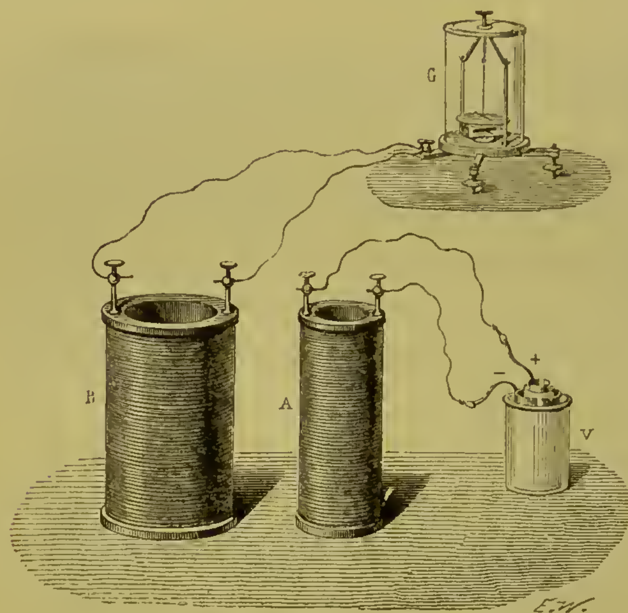


Fig. 66.

A côté d'un fil conducteur en communication avec une pile, plaçons un autre circuit voisin du premier, sans le toucher et fermé sur un galvanomètre (fig. 66). Tant que le courant de pile passe à travers le premier fil, il ne se manifeste rien de particulier dans le second.

En interrompant le circuit de pile, c'est-à-dire en faisait une ouverture (O), nous observons immédiatement une déviation de l'aiguille du galvanomètre, qui revient ensuite rapidement au 0° de l'échelle.

En rétablissant le courant de pile, c'est-à-dire en faisant une fermeture (F), l'aiguille du galvanomètre est déviée de nouveau, mais en sens inverse et d'une

quantité moindre; puis elle revient encore au zéro.

Ces faits montrent qu'à l'ouverture du courant de pile il se produit dans le second fil un courant. Celui-ci est désigné sous le nom de courant induit. D'après le galvanomètre, on voit que ce courant induit est de même sens que le courant de pile et de durée courte.

Ces faits prouvent, de plus, qu'à la fermeture du courant de pile, il se produit également un courant induit, mais de sens inverse. Ce courant de fermeture paraît plus faible. Nous verrons, plus tard, que ces deux courants induits se valent en quantité, mais que la variation d'ouverture est plus rapide que celle de fermeture.

On a donc à distinguer un courant inducteur ou agent inducteur et deux courants induits : 1° un courant induit d'ouverture ou *direct*; 2° un courant induit de fermeture ou *inverse*.

A l'aide d'appareils très simples que je mets sous vos yeux on démontre les propositions suivantes :

Tout courant qui diminue, de même que tout courant qui s'éloigne agissent comme celui qui cesse; tous produisent une variation d'ouverture;

D'autre part, tout courant qui augmente d'intensité, et de même tout courant qui se rapproche, agissent comme celui qui commence; ils déterminent une variation de fermeture.

L'action inductrice produit son maximum d'effet quand les fils sont parallèles; elle devient nulle au moment où les fils arrivent à se croiser perpendiculairement.

Un troisième circuit placé à côté du second est également induit suivant les mêmes lois au moment de la production et de la cessation du courant induit dans le deuxième circuit. On peut donc avoir des courants

induits de premier ordre, de second ordre, etc. On n'emploie dans la pratique que des courants induits de premier ordre.

Faraday a encore reconnu que des courants induits prennent naissance dans le circuit inducteur lui-même à l'ouverture ou à la fermeture du courant. C'est là le phénomène constituant la self-induction. Ces courants s'appellent *intra-courants*.

L'intra-courant d'ouverture ou direct s'ajoute à celui de la pile et par conséquent le renforce, et, par suite, renforce également l'action inductrice. L'intra-courant de fermeture est faible, pour diverses raisons. La variation de fermeture est plus lente que celle d'ouverture, et le courant produit étant inverse tend à diminuer celui de la pile.

Ces intra-courants sont peu importants quand les fils sont droits, quand bien même ils ont une certaine longueur. C'est ce qui a lieu, par exemple, quand on pratique des interruptions dans le cours d'une galvanisation. Ils deviennent forts, au contraire, quand le circuit est enroulé en hélice. On admet dans ce cas une induction des spires les unes sur les autres.

Quelle que soit la rapidité avec laquelle le flux électrique parcourt le fil conducteur, lorsque la première spire est atteinte par ce flux il induit la seconde et ainsi de suite. Il en est de même quand le courant cesse; le courant a cessé de passer dans une spire alors qu'il parcourt encore les suivantes. On donne aux courants déterminés par cette induction des spires les unes sur les autres le nom d'*extra-courants*. Ils se comportent d'ailleurs comme les intra-courants, dont ils ne sont qu'un cas particulier.

C'est pour mettre à profit ce dispositif qui permet de renforcer l'action inductrice qu'on enroule les fils revêtus d'une matière isolante des appareils induits, soit sur une même bobine, soit sur des bobines distinctes, pouvant s'emboîter les unes dans les autres.

Plaçons maintenant, au centre d'une bobine, un faisceau de fer doux. Si nous faisons passer un courant à travers le circuit de cette bobine, nous voyons que pendant le passage de ce courant les faisceaux de fer sont aimantés et s'éloignent les uns des autres tandis qu'ils adhèrent entre eux et s'entraînent quand nous cherchons à en soulever un. En produisant une rupture du courant (O) la désaimantation est instantanée. Cette action fait naître dans le circuit de la bobine un courant induit de même sens que l'extra-courant d'ouverture auquel il s'ajoute.

Le fer doux ainsi placé au centre d'une bobine a donc la propriété importante de renforcer le courant inducteur et, par conséquent, le courant induit. Cette propriété est utilisée dans la plupart des appareils. Dans quelques-uns elle sert à graduer les extra-courants et les courants induits. L'action du fer doux peut être, en effet, annulée par l'interposition dans le champ magnétique de la bobine d'un cylindre métallique qui, vous le verrez, peut alors être utilisé comme graduateur.

Enfin, pour terminer ce que j'ai à vous énoncer touchant les principes de l'induction, je dois encore vous rappeler que les aimants agissent à la façon des solénoïdes et qu'ils peuvent, en conséquence, servir à produire des courants induits.

L'aimantation et la désaimantation du fer doux vient déjà de vous en donner une preuve.

En reliant une bobine isolée à un galvanomètre,

bobine au centre de laquelle on peut placer un fer doux pour renforcer l'action (fig. 67), il suffit d'en approcher ou d'en éloigner un aimant pour produire un courant.

Le courant est inverse quand l'aimant s'approche; direct lorsqu'il s'éloigne.

De même un pôle magnétique qui s'établit, un pôle

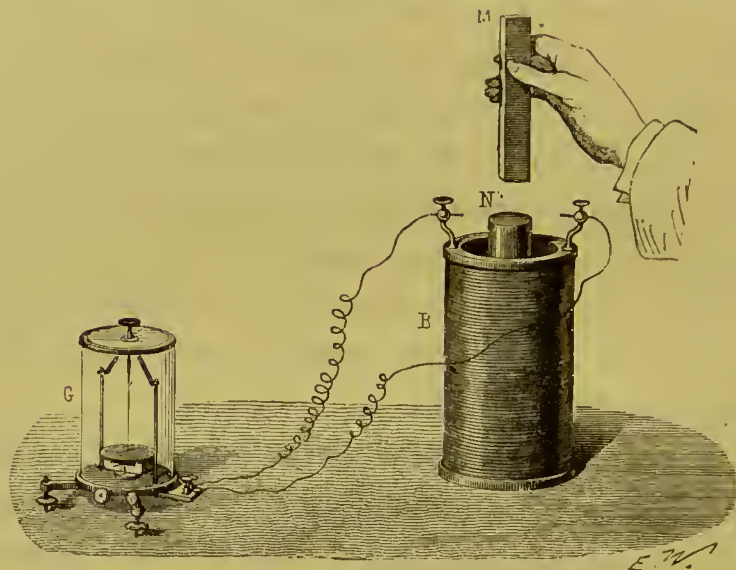


Fig. 67.

magnétique dont l'intensité augmente, agissent comme un pôle qui se rapproche.

L'action inductrice est à son maximum quand l'axe de l'aimant et celui de la bobine coïncident.

En désignant sous le même nom général de champ magnétique la sphère d'action d'un courant et d'un aimant, tous les phénomènes d'induction se comportent suivant une loi générale exprimée par un physicien russe, Lenz.

Tous ces phénomènes ont, en effet, pour caractère commun de correspondre à une modification du champ magnétique dans lequel se trouve le circuit secondaire (induit), que cette modification soit due à des courants

ou à des aimants extérieurs ou bien encore au courant même qui parcourt le circuit. La loi ou règle de Lenz est relative au sens du courant secondaire et peut s'exprimer ainsi :

Le sens du courant secondaire est toujours celui qui, par son action électro-magnétique, tend à s'opposer au déplacement.

Les faits relatifs à l'induction peuvent être résumés sous la forme d'un tableau que nous empruntons à Hospitalier.

Inducteur.	Courant induit inverse.	Courant induit direct.
Un courant	qui s'approche	qui s'éloigne.
	qui commence	qui cesse.
	qui augmente d'intensité	qui diminue d'intensité.
Un aimant	qui s'approche	qui s'éloigne.
	dont l'intensité augmente	dont l'intensité diminue.

Ces principes nous suffiront pour comprendre la description des appareils d'induction et pour apprécier les qualités de ces appareils. Quelque variés de forme que soient ceux-ci, ils dérivent tous du même type, celui de la bobine Ruhmkorff. Nous allons considérer les pièces principales d'un type analogue auquel se rattachent tous les autres (fig. 68).

Le schéma ci-joint montre comment sont disposées les bobines inductrice et induite et de quelle façon la première communique avec la pile. Celle-ci, de faible tension, se ferme sur le circuit primaire (bobine inductrice B), formée par un fil assez gros et assez court pour ne pas présenter au passage du courant une résistance inutile. Dans l'axe de la bobine se trouve un barreau de fer doux, ou mieux, depuis l'exemple donné par Sturgeon (en 1837) un faisceau de fils de fer C, qui atténue le retard de l'aimantation et de la désaimantation qu'on observait avec un barreau unique.

Le noyau central de la bobine inductrice a plusieurs rôles. Il permet, entre autres, de faire produire à l'appareil des interruptions automatiques à l'aide d'un dispositif dû à Neef (de Francfort) et représenté ici sous sa forme la plus simple.

La seconde bobine ou bobine secondaire (bobine induite) est construite avec un fil plus fin et plus long.

Elle forme un circuit qui se complète par des fils

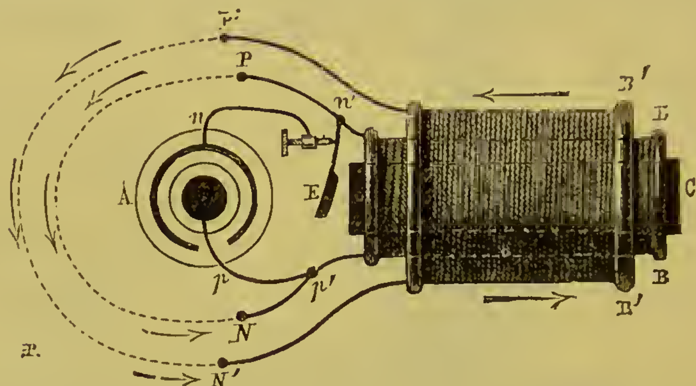


Fig. 68.

réophoriques attachés en P'N'. C'est en ces points qu'on recueille les courants induits. Enfin, le fil de la bobine primaire, inductrice, est bifurqué. Fermé d'une manière intermittente sur la pile, il peut se compléter en P et N par des fils rhéophoriques représentant un circuit de dérivation qui peut être fermé ou ouvert d'une manière permanente. Les bornes P et N servent à recuillir les extra-courants.

Les phénomènes physiques qui se produisent sont assez complexes, mais faciles à comprendre.

Au moment de la fermeture (F), le ressort de la masse E reposant sur la pointe qui établit le contact et la communication avec la pile, on a un *un courant qui commence*. Il se produit, par conséquent, dans la seconde bobine, un courant induit inverse et dans la bobine primaire elle-même un extra-courant

inverse. En même temps, le fer doux s'aimante, on a donc aussi un *aimant qui commence*. Cette action détermine un courant induit inverse dans les deux bobines, c'est-à-dire tout simplement un renforcement de l'action inductrice.

Mais dès que le faisceau de fer doux est aimanté il opère l'attraction de la masse E et, par suite, le circuit se trouve ouvert.

Cette ouverture (O) produit un *courant qui décroît* et par suite dans le fil induit un courant induit direct, dans le fil inducteur un extra-courant direct. En même temps la désaimantation du noyau de fer crée un *aimant qui s'éloigne*, ce qui détermine encore un renforcement de l'action inductrice, c'est-à-dire du courant induit direct et de l'extra-courant direct.

QUINZIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

I. Électrophysique. — *Appareils d'induction.* — Qualités des courants induits. — Description des appareils médicaux.

Messieurs,

Qualités des courants induits.

Il ne suffit pas de connaître la manière dont sont construits les appareils d'induction, il est également nécessaire de posséder quelques notions sur les qualités des courants induits.

Ces courants étant le résultat d'un effet d'induction exercé par la première bobine sont sous la dépendance d'une part de la bobine inductrice, de l'autre des conditions réalisées par la bobine induite.

Toutes choses égales d'ailleurs, l'intensité des courants induits varie avec celle du courant inducteur et avec la longueur du circuit inducteur. Comme vous l'avez vu dans notre précédente leçon, les courants induits sont alternatifs, c'est-à-dire alternativement directs et inverses. Ils sont la conséquence de l'état variable du courant primaire au moment où il s'établit et au moment où il cesse. Ce courant part de zéro, augmente jusqu'à ce qu'il arrive à l'état permanent, puis à partir de ce point il décroît pour redevenir nul.

Quand les interruptions sont très fréquentes, la rupture du courant se produit avant la fin de la variation, c'est-à-dire avant l'établissement de l'état per-

manent, de sorte que des interruptions trop fréquentes nuisent aux effets de l'induction.

Les courants directs et inverses d'une même bobine induite représentent la mise en jeu d'une égale quantité d'électricité; mais les courants considérés respectivement n'ont ni la même intensité, ni la même force électromotrice.

En effet, la différence de potentiel qui s'établit dans le fil induit et par suite l'intensité du courant, varie en raison inverse du temps pendant lequel s'est produit la variation. Or, dans la bobine inductrice, la variation de rupture étant plus courte que celle de fermeture, le courant induit direct, correspondant à la rupture a plus de force électromotrice et d'intensité que le courant inverse déterminé par la fermeture.

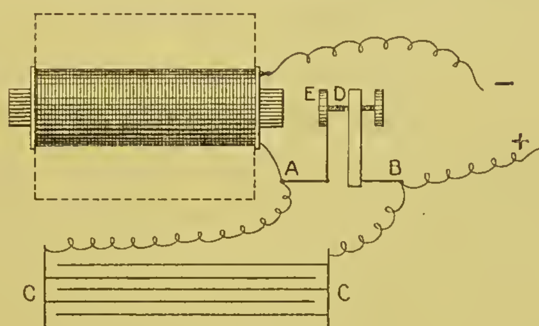


Fig. 69.

Les causes de la différence dans la durée de l'état variable dans la bobine inductrice sont multiples. A la fermeture la prolongation de la variation paraît due simplement à la production de l'extra-courant inverse. A la rupture les phénomènes sont plus compliqués. Je me bornerai à vous faire remarquer que l'extra-courant direct qui se manifeste à ce moment fait naître une étincelle tendant à prolonger la variation et par suite à diminuer la différence dans la durée des deux variations.

Le courant diminue avant de cesser et le faisceau de fer doux se désaimante moins brusquement. Ces causes d'affaiblissement de l'action d'induction peuvent être en grande partie évitées à l'aide d'un dispositif imaginé par Fizeau (1853). Il consiste à mettre deux points du circuit pris de part et d'autre de l'interrupteur en communication avec un condensateur à feuilles d'étain (fig. 69), dont le rôle est d'absorber l'extra-courant et d'atténuer l'étincelle. Les appareils médicaux ne sont pas armés de ce condensateur.

Considérons maintenant l'influence exercée par la construction et l'emplacement de la bobine induite, mais sans entrer dans les considérations de physique pure soulevées par cette question un peu difficile.

Le courant induit qui se produit pour un courant inducteur donné, présentant des périodes déterminées d'état variable, dépend surtout au point de vue pratique de la longueur du fil de la bobine induite.

Dans les conditions où sont construits les appareils médicaux, les bobines à fil gros et court présentent comme qualité prépondérante la quantité. L'intensité, dans ce cas est élevée, mais la force électromotrice est relativement faible. Dans les bobines faites avec un fil plus fin et comprenant, par suite, un plus grand nombre de spires, la qualité qui devient prédominante est la différence de potentiel aux pôles, soit la force électromotrice. La quantité est alors relativement faible, l'intensité tend à diminuer. On devra donc dans la pratique choisir les bobines à fil fin et long dans tous les cas où l'on aura besoin de susciter les effets qui sont sous la dépendance de la force électromotrice (tension); on donnera, au contraire, la préférence aux bobines à gros fils (bobine inductrice ou bobine induite à gros

fil), lorsqu'on voudra utiliser un appareil de quantité.

En général, dans les appareils médicaux, le fil de la bobine inductrice a $1^{mm},5$ à 2^{mm} de diamètre et 6 à 35 mètres de long, et celui de la bobine induite un diamètre de $0^{mm},16$ et une longueur de 1000 à 1800 mètres. Mais nous verrons que certains appareils permettent d'employer des bobines faites avec des fils de divers diamètres et plus ou moins longs.

Enfin, ajoutons que l'emplacement de la bobine peut servir de moyen de graduation, les effets d'induction allant en s'affaiblissant avec l'éloignement du courant secondaire et étant, au contraire, à leur maximum, lorsque les deux bobines se recouvrent.

Nous avons vu que les deux bouts du fil de la bobine induite correspondent à deux bornes métalliques marquées P'N' (fig. 68). Ce sont les pôles de la bobine. Lorsqu'on considère les deux courants induits de fermeture et de rupture, chacune des bornes est alternativement pôle positif et pôle négatif, mais, dans la plupart des applications médicales et physiologiques, le courant induit de fermeture est négligeable pour les raisons que nous connaissons maintenant.

On ne considère donc pratiquement que le courant de rupture. Lorsqu'on applique un doigt sur chacune des bornes, le pôle qui provoque la sensation la plus douloureuse est le négatif.

Les courants induits, sauf leur alternance et leur courte durée, obéissent aux lois générales des courants et sont capables de produire les mêmes effets physiques. Pour le démontrer, il suffit de redresser les courants alternatifs, de manière à les recueillir dans le même sens, comme dans les machines dynamo-électriques. On peut voir alors que les courants induits jouissent

des mêmes propriétés chimiques que les courants de pile. Quant aux effets calorifiques, il n'est pas nécessaire, pour les constater, de redresser les courants induits, la quantité dégagée dans un circuit étant indépendante du sens du courant.

Au point de vue physiologique, les courants induits présentent, comme conditions particulières, de fortes différences de potentiel, liées à de faibles quantités d'électricité mises en mouvement, conditions très différentes de celles qui sont réalisées par le courant de pile. Ajoutons encore que les courants induits, ayant une très courte durée, ne peuvent pas déterminer les réactions qui, à l'état normal ou pathologique, réclament une certaine durée de l'excitation.

Dans la pratique on ne mesure pas les courants induits. On ne se préoccupe que du nombre des interruptions que l'on peut, avec les appareils le mieux construits, faire varier à volonté, de façon à avoir un certain nombre de secousses, rendues plus ou moins énergiques à l'aide de divers modes de graduation. Aussi le Congrès des électriciens, tenu en 1881, a-t-il recommandé l'emploi d'une bobine normale, qui, animée par un courant d'intensité constante, permettrait aux physiologistes et aux médecins de se placer dans des conditions toujours identiques, et d'avoir ainsi des résultats comparables.

Malheureusement les constructeurs n'ont tenu aucun compte de ces prescriptions : ils cherchent toujours à se distinguer les uns des autres par la dissemblance de leurs modèles.

Si, pour des expériences précises de physiologie, on voulait estimer l'énergie des courants induits, on pourrait le faire en coulombs en envoyant la décharge

dans un galvanomètre balistique et en la comparant à celle d'un condensateur étalonné.

Appareils médicaux.

Les appareils d'induction employés en médecine sont trop nombreux pour que nous puissions les décrire tous. Ils se différencient surtout par leurs dimensions; par la manière dont se font les interruptions, par leur mode de réglage.

Dans les petits appareils et dans quelques-uns des moyens, construits surtout pour être portatifs et peu

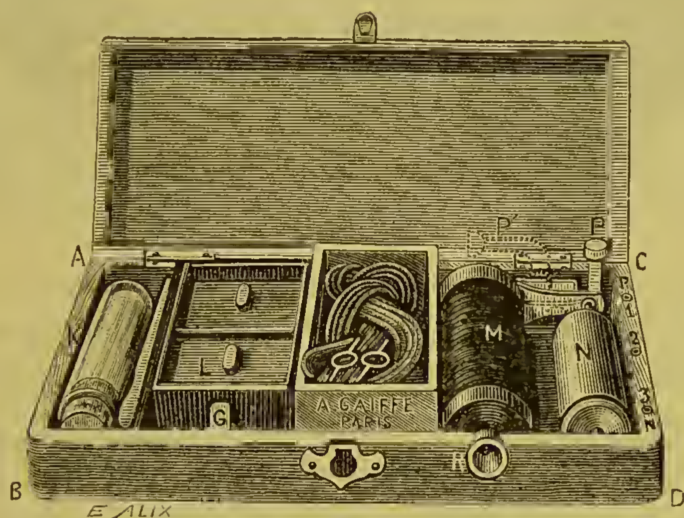


Fig. 70.

coûteux, les interruptions sont obtenues à l'aide d'un trembleur de Neef et, en général, il n'y a qu'une bobine de fil fin, fixe, et recouvrant la bobine inductrice. Ces petits appareils sont actionnés par une pile à auge au bisulfate de mercure, ou bien par une des petites piles dont je vous ai montré des modèles (fig. 70 et 71).

On peut dans une certaine mesure, modifier le nombre des interruptions.

Le réglage de l'intensité des courants s'obtient à l'aide d'un cylindre de laiton qui se déplace parallèlement à l'axe de l'appareil entre le noyau et la bobine

inductrice. Lorsqu'on veut utiliser les effets d'une bobine à fil gros et court, des bornes spéciales permettent, en général, de recueillir les extra-courants de la bobine inductrice.

Les moyens et les grands modèles ont pour avantages de posséder un interrupteur pouvant donner un nombre variable d'interruptions et de présenter des bobines

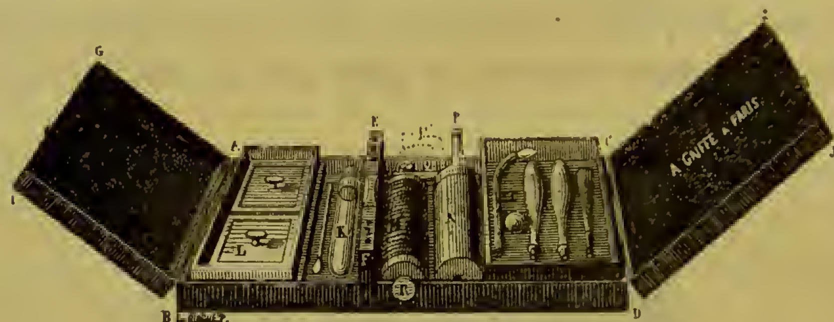


Fig. 71.

multiples, habituellement à chariot, analogues à celles du modèle de Siemens et Halske, employé pour la première fois par Du Bois-Reymond. Lorsque ces appareils sont à poste fixe dans le cabinet médical, on emploie pour les actionner une pile extérieure ; mais quelques-uns, par exemple celui de Tripier, sont disposés dans une boîte portative.

Gaiffe père avait adapté à l'appareil à chariot de Tripier (fig. 72) un interrupteur ingénieux donnant de 50 à 3000 interruptions par minute suivant la position du levier.

Il tend à être remplacé par un appareil plus simple, imaginé par Gaiffe fils (fig. 73). L'interrupteur y est constitué par une lame, V, mobile autour d'un axe horizontal, CC′, soutenu par deux montants verticaux. Dans la position de repos, la lame V, en vertu de son poids, repose sur une des branches du levier LCI qu'on peut faire tourner autour de l'axe horizontal CC′. Quand

le noyau F de la bobine inductrice s'aimante, il fait basculer la lame V et le courant s'ouvre. La partie antérieure de la lame plus lourde que la postérieure re-

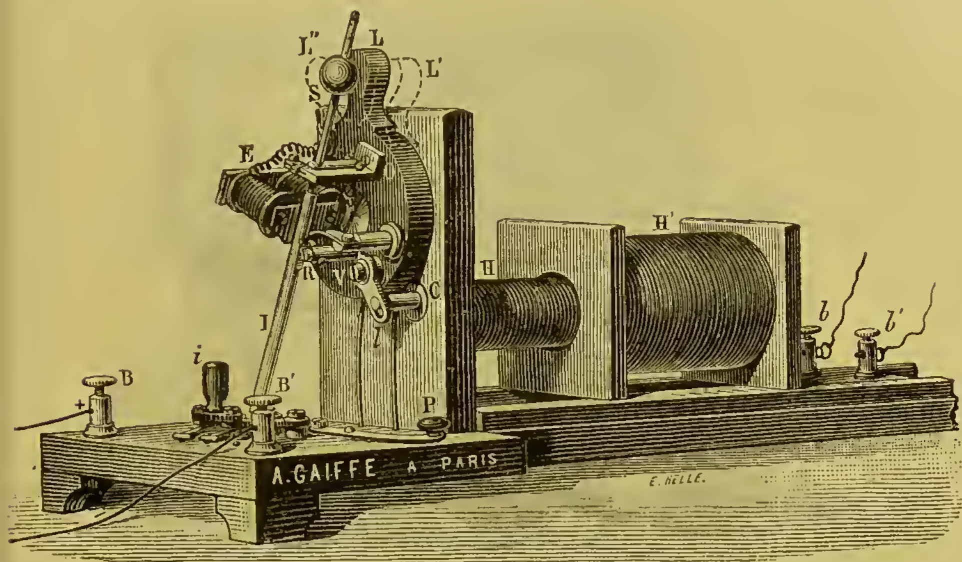


Fig. 72.

vient après désaimantation du faisceau en contact avec le levier; le courant passe de nouveau et ainsi de suite.

En faisant varier la position du levier LC, on fait

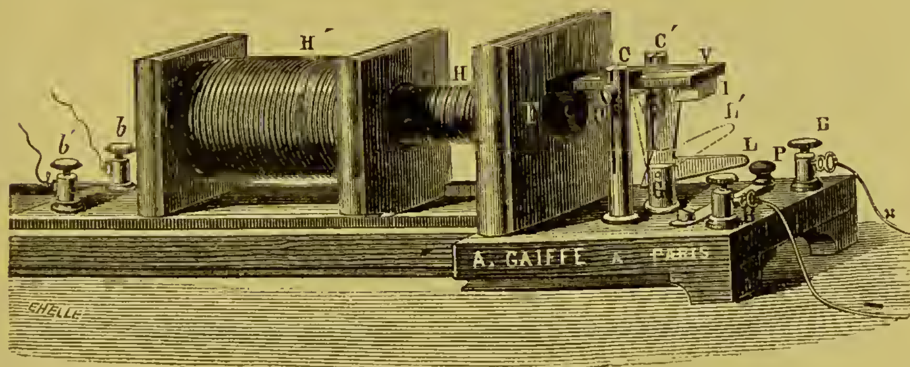


Fig. 73.

varier l'excursion de l'interrupteur et on obtient à volonté de 2 à 50 intermittences par seconde.

Trouvé obtient des interruptions en nombre variable à l'aide de deux dispositifs particuliers.

Dans l'un d'eux, l'armature du trembleur, pivotée sur un axe vertical, reçoit des prolongements métalliques de longueurs déterminées expérimentalement et

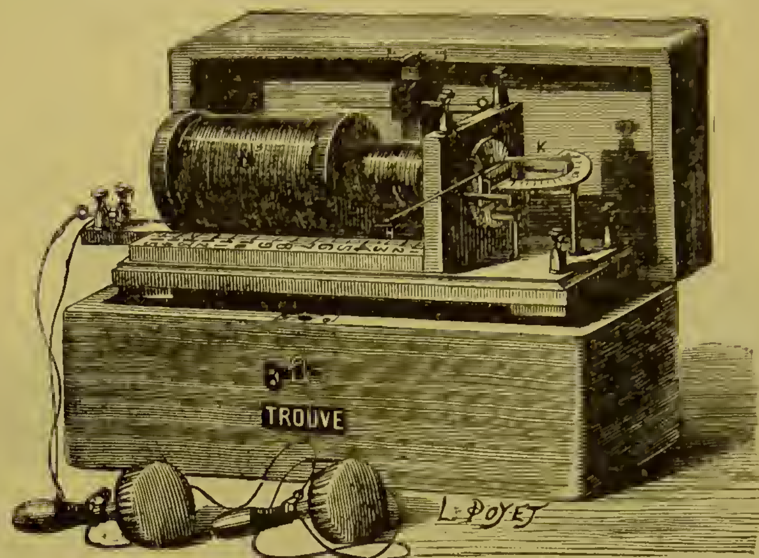


Fig. 74.

destinées à ralentir dans une mesure voulue le nombre des oscillations par seconde (fig. 74). D'autre part, une

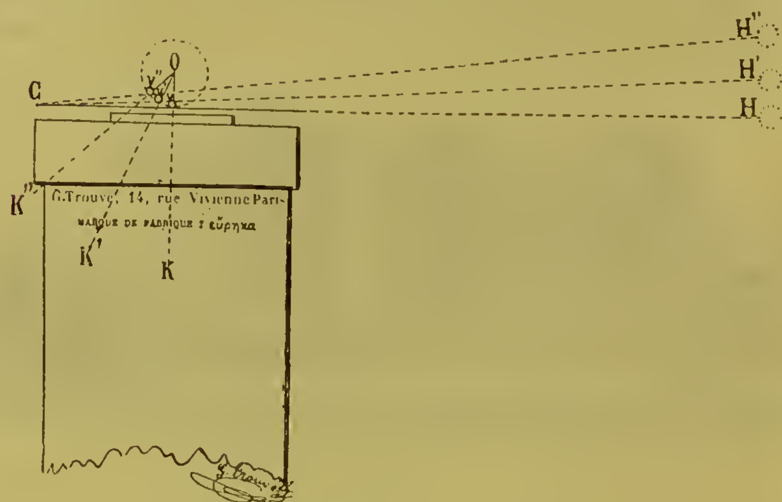


Fig. 75.

came en platine est fixée sur le pivot d'une aiguille parcourant un limbe gradué et restant constamment parallèle à cette came (fig. 75) On peut ainsi faire

occuper à celle-ci toutes les positions que l'on veut dans son champ de 180° et faire varier ainsi l'amplitude et la durée de l'oscillation du trembleur.

Dans l'interrupteur Trouvé à mouvement d'horlogerie (fig. 76) un cylindre divisé en vingt-cinq parties dans le sens de sa longueur est mû par un mouvement d'hor-

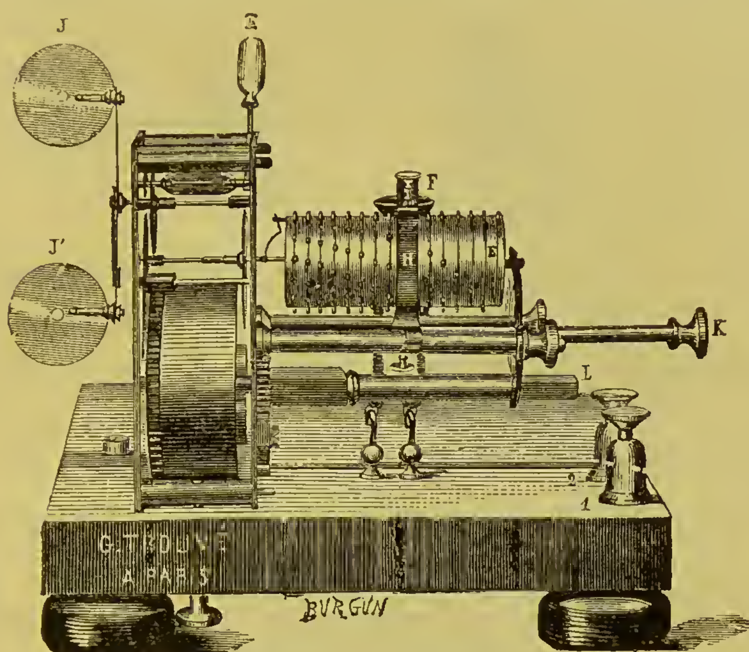


Fig. 76.

logerie dont la vitesse se règle au moyen d'un volant régulateur, de manière à décrire un nombre voulu de tours par seconde. Chaque partie du cylindre est munie d'un certain nombre de touches ou chevilles dont le nombre croît comme la série des nombres entiers. Un style ou frotteur se meut à volonté, parallèlement à l'axe du cylindre et peut être mis successivement en contact avec les différents nombres de touches, de telle sorte que le courant est interrompu autant de fois qu'il y a de touches dans la position qu'il occupe.

Bien d'autres systèmes ont été proposés pour produire l'interruption du courant inducteur. Nous signa-

lerons seulement encore l'emploi des diapasons dont les vibrations propres sont entretenues par un électro-aimant que traverse le courant inducteur ou celui d'une pile spéciale. Les diapasons électriques ont le grand avantage, pour les expériences précises, de fournir des interruptions absolument régulières, quelle que soit leur rapidité. Mais ils ne peuvent servir que dans les cas où l'on veut avoir des courants induits très rapides. Boudet de Pâris se servait de deux diapasons dont l'un donnait 60 vibrations doubles à la seconde, et l'autre 215 vibrations.

Les appareils à bobines superposées, graduées, comme nous l'avons vu, à l'aide du cylindre de laiton, ont l'inconvénient de ne pas donner le zéro absolu. Ils ne peuvent donc pas être utilisés pour les recherches physiologiques qui nécessitent souvent l'emploi des courants d'une énergie minimum. Aussi a-t-on imaginé des appareils dits à chariot qui permettent de graduer les courants induits à l'aide de l'écartement plus ou moins grand des deux bobines, inductrice et induite.

Les appareils à chariot offrent encore l'avantage de permettre d'enlever complètement la bobine induite ordinaire et de la remplacer par une autre de même diamètre, mais portant un fil de longueur et de grosseur différentes.

C'est à Tripier que l'on doit le premier appareil médical de ce genre.

Le grand appareil de Tripier, construit par Gaiffe, (fig. 72) possède trois bobines induites; l'une, à gros fil, dont la résistance est d'environ 1 ohm; une seconde à fil moyen, ayant 15 ohms de résistance; enfin une troisième, à fil fin et long, dont la résistance atteint

jusqu'à 1300 à 1400 ohms. D'après les indications précédemment développées, on voit qu'avec la même bobine inductrice, on a le moyen de faire varier les tensions selon les différents besoins de l'application.

Il existe, en outre, un appareil Tripier plus petit et renfermé avec sa pile génératrice dans une boîte

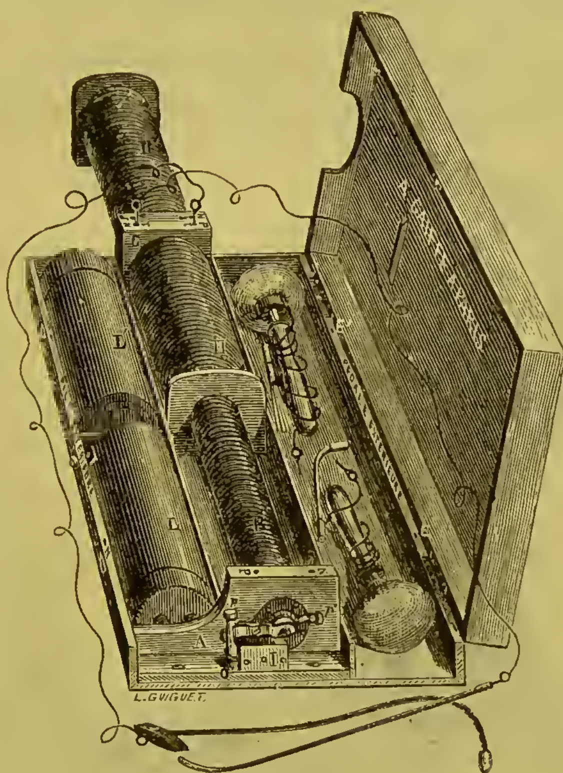


Fig. 77.

portative, mais pouvant être aussi actionné par une pile extérieure (fig. 77). Le chariot porte deux bobines secondaires, l'une à gros fil, l'autre à fil fin. Il suffit de retourner le système qui supporte les bobines pour utiliser l'une ou l'autre. On peut également employer l'extra-courant d'ouverture pris sur la bobine inductrice.

Pour graduer cet extra-courant, on ferme la bobine induite sur elle-même à l'aide d'un petit fil. Elle agit alors à la façon d'un cylindre régleur. On peut in-

tercaler en outre dans le circuit un rhéostat à eau.

C'est aux moyens et aux grands appareils à chariot que sont généralement adaptés les interrupteurs à nombre variable d'interruptions dont nous avons donné la description.

Tous les constructeurs livrent actuellement des appareils à chariot de diverses dimensions.

Appareils magnéto-faradiques.

Autrefois, avant l'invention de la bobine de Ruhmkorff, les médecins se servaient couramment d'appareils

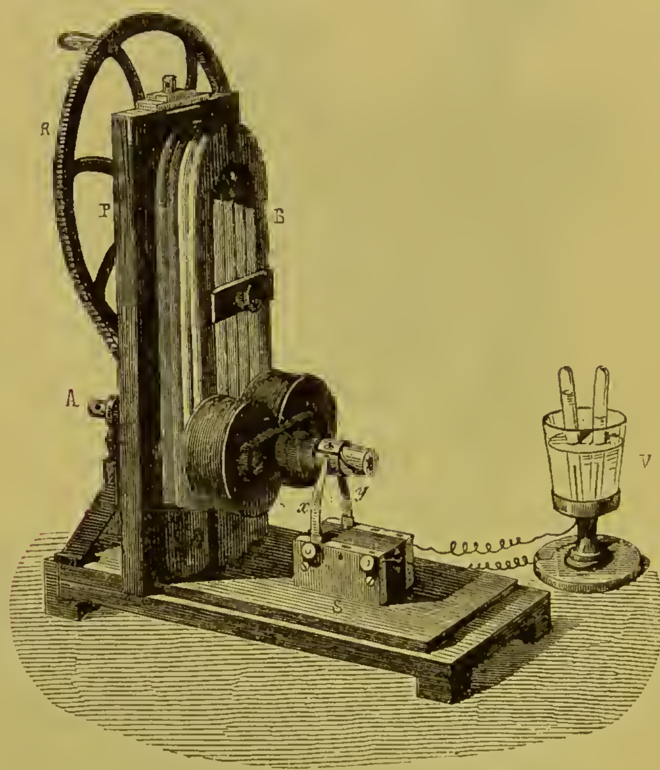


Fig. 78.

magnéto-faradiques. Aujourd'hui ces appareils sont presque entièrement délaissés en raison de la nécessité, pour les employer, de faire tourner une manivelle par une tierce personne. Ces instruments ont, cependant, une réelle valeur et peuvent offrir, dans certains cas, quelques avantages. Les appareils ma-

gnéto-faradiques médicaux procèdent des types Clarke et Page.

Dans la machine de Clarke, une armature de fer doux est disposée de manière à pouvoir tourner devant les pôles d'un aimant permanent et fixe (fig. 78).

Pendant la rotation de l'armature, il se produit, dans ses diverses pièces, une variation de l'état magnétique et, par suite, des courants induits dans les circuits hélicoïdaux qui garnissent l'armature.

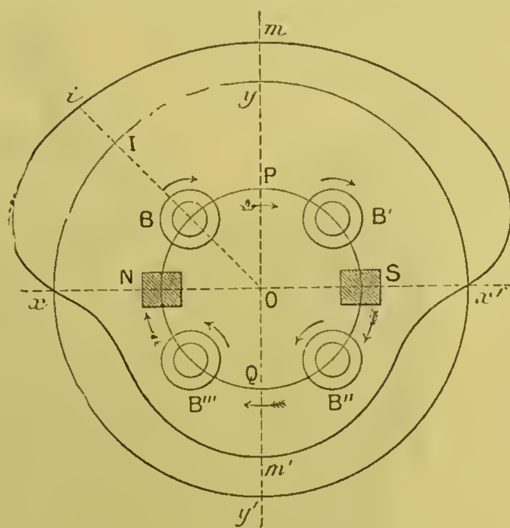


Fig. 79 (d'après Gariel).

Soient S et N les deux pôles de l'aimant et B,B',B''B''', (fig. 79) les diverses positions d'une bobine tournant autour du centre O dans le sens indiqué par les flèches pennées et admettons, pour rendre l'explication plus simple, que lorsqu'une bobine est dans le voisinage d'un des pôles, ce pôle est seul actif.

Prenons d'abord la bobine en face de N et allant en s'en éloignant d'un mouvement uniforme. Il naîtra dans le circuit dont fait partie le fil de la bobine un courant de même sens que le courant particulaire du pôle et de l'aimant, courant dont le sens est indiqué par la flèche non pennée. Ce courant, d'abord fort, ira en s'affaiblissant ; mais bientôt la bobine se rapprochera du point P et l'action du pôle S commencera à se faire sentir. Le pôle S correspond à un mouvement particulaire inverse de celui de N ; mais comme la

bobine se rapproche de S, il naîtra un courant induit inverse et par conséquent de même sens que le premier, qui se trouvera ainsi continué. Mais au moment où la bobine dépasse le pôle S, le courant change brusquement de sens. Les mêmes effets se reproduisent pour cette seconde moitié de la révolution; mais on voit qu'on obtient ainsi des courants induits alternatifs.

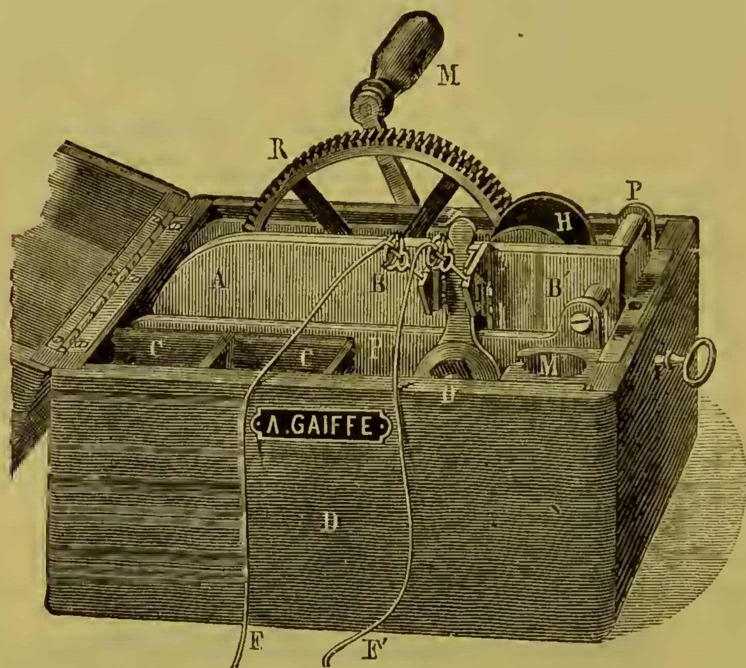


Fig. 80.

Une disposition spéciale donnée à la partie de l'appareil qui recueille les courants permet de prendre les courants alternatifs, tels qu'ils sont donnés par l'induction, ou des courants toujours redressés, des courants de même sens.

Dans la machine de Page, ce sont les pôles de l'aimant qui sont garnis de bobines.

On peut combiner les deux systèmes, ainsi que l'a fait Gaiffe, en plaçant des hélices sur l'armature et sur l'aimant et obtenir ainsi des appareils qui, tout en ayant un petit volume, possèdent une action considérable.

Cependant les modèles le plus habituellement employés en médecine, notamment en Angleterre et en Amérique, reproduisent tous le type Clarke.

Gaiffe construit un appareil Clarke qu'il a rendu très pratique en le dotant d'un organe qui sert à la fois de redresseur de courants, d'interrupteur et de graduateur (fig. 80). La graduation du courant s'ob-

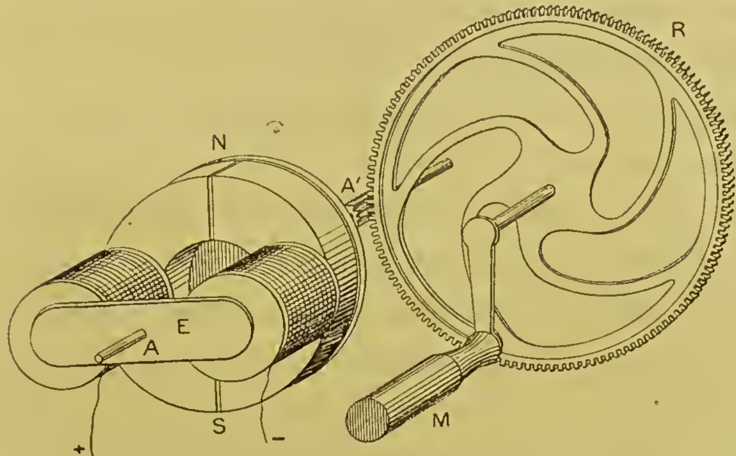


Fig. 81.

tient en faisant varier l'interruption du moment minimum au moment maximum de la courbe d'intensité du courant induit; un simple glissement des balais sur le collecteur donne ce résultat.

Cet appareil fournit, malgré son petit volume, des courants de tension, analogues à ceux de la bobine induite et, de plus, met en jeu une grande quantité d'électricité, ce qui ne peut être obtenu avec les appareils faradiques. Il offre encore l'avantage de donner des courants dirigés dans le même sens.

Tout récemment, d'Arsonval a imaginé un nouvel appareil magnéto-faradique, capable de fournir des courants régulièrement alternatifs, c'est-à-dire *sinusoïdaux*.

Cette machine comprend un aimant mobile tournant en face et très près d'un électro-aimant fixe.

L'aimant, au lieu d'être en fer à cheval, est circulaire (fig. 81). Il est formé par plusieurs disques d'acier aimantés séparément à saturation et fixés les uns sur les autres. Les deux pôles sont aux extrémités d'un même diamètre NS. Il est monté sur un axe AA′, mis en mouvement par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue dentée R.

Les noyaux de la bobine fixe E ont le même écart que les pôles de l'aimant mobile.

Pendant la rotation de l'aimant, il y a production dans la bobine de courants induits qui changent de sens à chaque demi-révolution. Ces courants ne sont pas redressés et peuvent produire une excitation continue, régulièrement alternante, pour laquelle l'auteur a proposé l'expression de *voltaïsation sinusoïdale*.

On fait varier la force électromotrice et, par suite, l'intensité des courants induits, soit en faisant varier la vitesse du mouvement de rotation, soit en rapprochant plus ou moins la bobine fixe de l'aimant. L'intensité de ces courants peut être représentée par les ordonnées d'une sinusoïde dont les abcisses représentent les temps.

Gaiffe étudie en ce moment un appareil destiné à la pratique médicale et fournissant, à l'aide d'une dynamo analogue à celle des moteurs électriques, un courant sinusoïdal facile à graduer.

Enfin nous signalerons un appareil imaginé par le Dr Fontaine-Atgier et qu'il a fait connaître sous le nom de machine volta-gramme. Deux bobines placées en opposition sont séparées par un vibrateur à la fois commutateur et collecteur. Les pièces intercalées aux bobines, trop complexes pour être décrites en détail, sont, en somme, disposées de telle sorte que l'une des bobines est en variation de fermeture, tandis que l'autre est en

variation d'ouverture. On peut donc recueillir les induits directs, sans temps perdu, ce qui fournit une excitation subcontinue, ou bien les courants alternatifs de sens contraire, également sans temps perdu, auquel cas l'excitation produite offre une certaine analogie avec celle que détermine l'appareil à voltaïsation sinusoïdale de d'Arsonval.

En réalité on n'obtient ainsi que des courants ondulatoires, non absolument continus, qui se rapprochent plus des courants induits ordinaires que des courants voltaïques.

Je dois encore vous signaler la possibilité d'associer les courants induits et les courants voltaïques. Pour l'application de ce procédé, qui a été employé dans ces dernières années par quelques praticiens, on intercale dans le circuit de la bobine induite, à l'aide du combinateur de courants, de de Watteville, une batterie voltaïque semblable à celles dont on se sert pour l'électrisation par les courants continus.

Lorsqu'on réunit le pôle positif de la batterie au pôle négatif de la batterie d'induction, deux éléments de pile produisent déjà un effet intense par addition d'une certaine quantité d'électricité aux effets de tension de la bobine induite; au contraire, lorsque la batterie galvanique est reliée à la bobine par les pôles de même nom, les effets de tension dus au courant induit se trouvent annulés, alors même qu'on n'utilise que trois ou quatre couples de la batterie.

Cette méthode d'électrisation réalise des conditions physiques assez complexes. Elle présenterait pratiquement, d'après certains auteurs, et entre autres d'après Boudet de Pâris, de sérieux avantages dans quelques cas d'atrophie musculaire.

SEIZIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE)

II. Électro-physiologie. — Notions générales sur l'électrogenèse animale.

Messieurs,

Electrogenèse animale.

Nous n'avons emprunté à l'électrophysique que les notions indispensables à connaître lorsqu'on veut comprendre les appareils médicaux et s'en servir avec une certaine précision. De même, en abordant aujourd'hui la seconde partie de notre étude, celle qui est relative à la physiologie, nous n'aurons à nous inquiéter que des questions qui peuvent avoir une certaine importance pratique. Il serait d'ailleurs hors de propos de traiter ici en détail un des sujets les plus délicats de la physiologie.

On rapporte à Galvani (1786), dont vous connaissez les célèbres expériences, la découverte de l'excitabilité neuro-musculaire, une des plus remarquables de la physiologie ; cet observateur découvrait en même temps l'électricité animale.

Depuis cette époque ce chapitre important de la physiologie a été l'objet de recherches extrêmement multipliées, notamment de la part de Matteucci et de Du Bois-Reymond (de 1840 à 1843). Les expériences de ce dernier physiologiste ont été plus démonstra-

tives à cause des conditions dans lesquelles elles ont été exécutées.

Il fallait, en effet, pour établir que les tissus animaux sont électrogéniques, éviter de faire naître des courants électriques au niveau du contact de ces tissus avec les instruments dont on se servait. Du Bois-Reymond y est parvenu en empruntant à J. Regnauld des électrodes impolarisables, constituées par du zinc amalgamé plongeant dans une solution saturée et parfaitement neutre de sulfate de zinc et appliquées sur les tissus par l'intermédiaire d'eau salée.

Les premières recherches faites dans cette direction révélèrent des faits intéressants qui malheureusement furent le point de départ de théories fort controversables, de sorte que, pendant longtemps, l'électro-physiologie resta une des parties les plus obscures de la science. Aujourd'hui encore elle peut être considérée comme à peine ébauchée.

Elle est d'ailleurs d'une étude difficile, réclamant des appareils spéciaux qui n'ont atteint que tout récemment un certain degré de précision. Il est surtout indispensable, en électro-physiologie, d'opérer avec des électrodes réellement impolarisables et de bons galvanomètres.

Les électrodes actuellement utilisées sont celles de d'Arsonval. Elles sont constituées par un fil d'argent recouvert de chlorure d'argent fondu et maintenu dans un tube de verre rempli de solution de chlorure de sodium à 10 p. 1000. Il est facile de les fabriquer soi-même et de leur donner la forme et les dimensions convenables. Mais il est bon d'être prévenu qu'elles sont sensibles à la lumière.

En chlorurant des serres-fines en argent, on cons-

titue ainsi très simplement des électrodes propres à saisir directement les tissus, notamment les muscles.

Il y a lieu de distinguer en électro-physiologie deux parties principales : l'électrogenèse animale et l'action de l'électricité sur l'organisme et sur ses diverses parties.

La première a servi de thème à un grand nombre de théories qui n'ont fait qu'en rendre l'histoire fort complexe et un peu confuse. Elle ne présente, au point de vue pratique, qu'un intérêt assez restreint.

La seconde offre, au contraire, une grande importance pour nous, car elle doit servir de base aux applications thérapeutiques rationnelles.

Nous ne devons pas cependant rester indifférents aux faits relatifs à l'électrogenèse animale, et vous me permettrez de vous en faire un court exposé en prenant pour guide les considérations intéressantes qui ont été développées sur ce sujet par d'Arsonval.

L'organisme et les fragments détachés vivants de l'organisme sont des électromoteurs, c'est-à-dire des producteurs de courants.

Parmi les manifestations électriques qui prennent naissance au niveau des tissus, on peut distinguer le mode continu ou les *courants de repos*, le mode momentané ou les *courants d'action*.

Courant de repos.

On peut mettre en évidence l'existence de ces courants en se servant d'une patte de grenouille convenablement préparée. On isole le nerf sciatique avec précaution, on enlève la peau et on détache le nerf et la patte en sectionnant les muscles et l'os de manière à laisser libre une certaine longueur du nerf. On a ainsi la patte galvanoscopique ou rhéoscope physiologique.

En retournant le nerf avec un crochet de verre, de

manière à amener sa surface de section en contact avec la surface du muscle, on voit survenir une contraction musculaire unique, mais énergique. Tel est le fait découvert par Galvani. La patte ainsi préparée est à la fois une source d'électricité et un galvanoscope.

L'étude exacte du phénomène montre qu'il existe un courant qui va du corps du muscle au tendon, tant que le muscle reste vivant. La surface du muscle est positive par rapport à la section qui est négative.

Il en est de même pour le nerf, mais, à ce niveau, le courant est plus faible. C'est la variation brusque produite dans l'expérience précédente, par le contact de la surface de section du nerf avec celle du muscle, qui détermine la contraction musculaire.

Courant d'action.

Pour démontrer l'existence du courant d'action, on emploie deux pattes galvanoscopiques. Le nerf de la seconde est étalé sur la masse musculaire de la première et au moment où le muscle se contracte par la mise en contact avec l'extrémité du nerf et par l'excitation mécanique de ce nerf, on observe une contraction de la seconde patte. Matteucci a donné à ce phénomène le nom de *contraction induite*.

Oscillation négative.

Si, d'autre part, on excite le nerf d'une patte galvanoscopique de façon à obtenir la tétanisation du muscle, on voit se produire un grand affaiblissement du courant de repos. Ce dernier phénomène constitue l'*oscillation négative* de Du Bois-Reymond. Il en est de même lorsqu'on étudie ce qui se passe au niveau du nerf excité.

C'est la brusque variation dans l'état électrique qui, dans l'expérience de la contraction induite, est la cause de l'excitation du nerf de la seconde patte galvanoscopique.

Permettez-moi de ne pas insister sur ces faits bien

connus. La question qui nous intéresse est celle de savoir si les phénomènes observés sur les parties détachées du corps d'un animal ne sont pas la conséquence des altérations que les vivisections font forcément subir aux tissus vivants. L'objection a été soulevée par des physiologistes de valeur. Aussi Du Bois-Reymond a-t-il cherché à mettre en évidence le phénomène de l'oscillation négative sur des animaux intacts et sur l'homme. Vous savez que ce physiologiste a opéré sur un bras et qu'il a démontré que le courant de repos diminue au moment où le sujet fait contracter ses muscles. On a fait observer que, dans ces conditions, il y avait des causes d'erreur dues à la production des courants produits par des variations dans l'état de la peau. Mais on peut démontrer que chaque contraction du cœur s'accompagne du même phénomène, dit de l'oscillation négative.

Le fait peut être constaté non seulement sur le cœur dénudé de la grenouille ou de la tortue; mais aussi sur le cœur du chien laissé en place et dans lequel on enfonce des aiguilles chlorurées. A. Walher a même réussi à mettre en évidence l'oscillation négative produite par la contraction cardiaque chez l'homme, en opérant à la surface de la poitrine.

Il est donc permis de penser que le courant de repos a une existence réelle et qu'il n'est pas simplement la conséquence des lésions produites pour le rendre manifeste. Mais comment interpréter les phénomènes que nous venons de rappeler brièvement?

Explication théorique.

Parmi les nombreuses explications théoriques qui en ont été données, je vous citerai seulement l'hypothèse récente et ingénieuse mise en avant par d'Arsonval. Cette hypothèse est une déduction des expériences

intéressantes de Lippmann sur la *tension superficielle*.

Tension superficielle

On admet que la force de cohésion des molécules de tout liquide contenu dans un vase développe une tension à la surface de la couche liquide. Lorsque dans un même vase on place deux liquides de densité différente, il se produit au contact des liquides une double couche de tension. Lippmann a opéré avec de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique et du mercure. Des nombreuses expériences qu'il a instituées, il a pu conclure que la tension superficielle ou constante capillaire sur la surface de séparation des deux liquides est une fonction de la différence de potentiel électrique de ces deux liquides.

Il a vu également que la tension superficielle et la tension électrique subissent des variations simultanées et, en s'appuyant sur ces lois, il a imaginé l'électromètre qui porte son nom. Il me paraît utile de vous indiquer le principe de cet ingénieux appareil. Un tube capillaire, A (fig. 82), communique d'une part avec le vase plus large C renfermant du mercure et, d'autre part, avec le vase, D, contenant de l'eau acidulée sulfurique, surmontant une couche B de mercure. Les deux masses de mercure communiquent respectivement avec les fils de platine α et β.

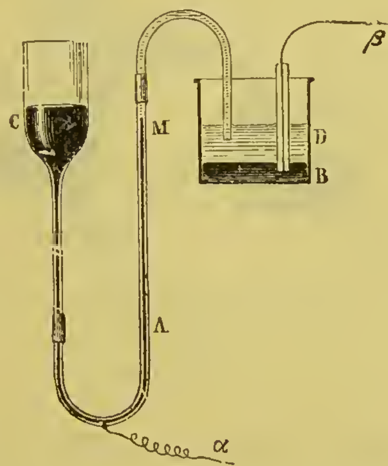


Fig. 82.

Quand les deux fils sont réunis directement, la tension électrique des deux masses de mercure est la

même et le niveau du mercure s'arrête toujours au même point M dans le tube capillaire.

Il n'en est plus de même lorsqu'après avoir séparé les deux fils α et β, on leur communique une différence de potentiel au moyen d'une source électrique extérieure quelconque. Le niveau M du mercure change et vient occuper une nouvelle position d'équilibre absolument constante pour une même différence de potentiel entre les fils α et β.

La réciproque de la loi précédemment énumérée et sur laquelle est fondé l'électromètre capillaire est également établie par les faits expérimentaux et peut être énoncée ainsi :

Lorsqu'on déforme la surface de séparation de deux liquides de densité différente à l'aide de moyens mécaniques, on crée une tension électrique dont le sens est tel que la tension superficielle correspondante s'oppose à la continuation du mouvement.

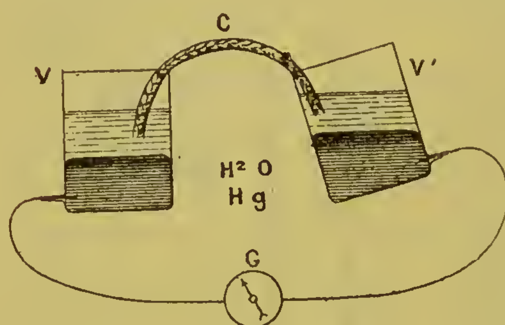


Fig. 83.

Citons une des expériences à l'aide desquelles on peut mettre en évidence cette propriété. Deux vases V et V' (fig. 83), contenant chacun du mercure recouvert d'une couche d'eau acidulée, sont placés côte à côte et réunis au moyen d'une mèche de coton, C.

Un galvanomètre G est réuni aux masses de mercure. Tant que les deux vases sont au repos, aucun courant ne traverse le galvanomètre, mais si l'on vient à incliner brusquement l'un des vases (V'), aussitôt l'aiguille

est déviée et indique l'existence d'un courant qui va, à travers le liquide du vase penché, au vase resté droit.

Muscle artificiel.

En partant de ces faits expérimentaux, d'Arsonval a

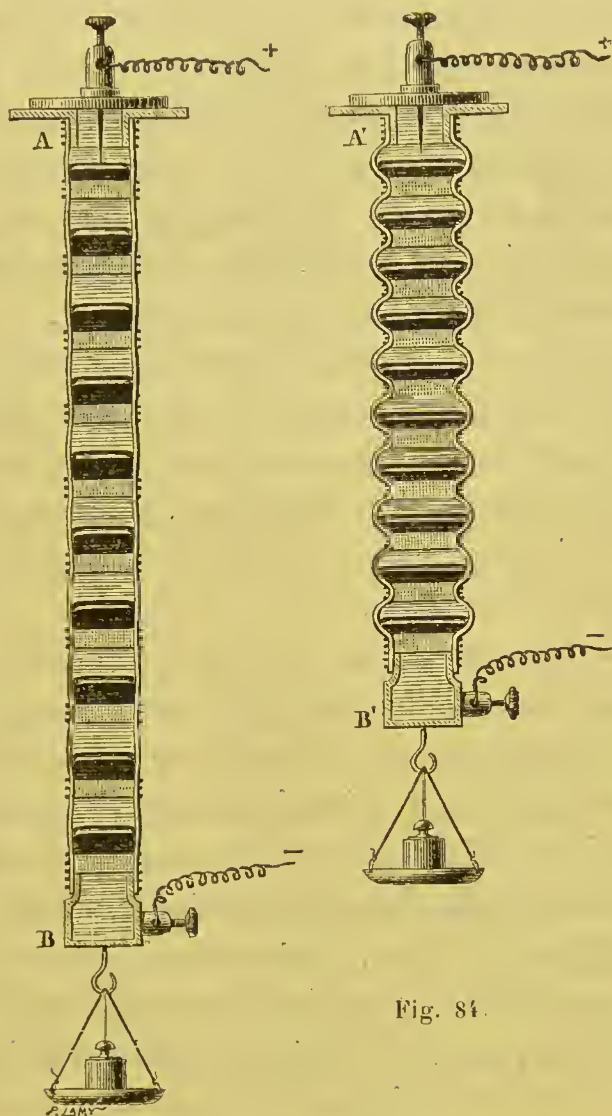


Fig. 84.

imaginé une sorte de fibre musculaire artificielle capable de donner des secousses.

Un tube de caoutchouc, AB, (fig. 84) est séparé en une série de compartiments par des disques poreux en roseau ou en terre poreuse, au niveau desquels il est fortement ficelé. Chaque compartiment est rempli par une couche de mercure surmontée d'une couche d'eau

acidulée. En suspendant ce tube par sa partie supérieure et en l'allongeant brusquement après avoir saisi ses deux extrémités, on ressent une secousse. En suspendant en B un poids qu'on fait osciller de haut en bas et de bas en haut, de façon à faire prendre au système successivement les formes AB et A'B', on obtient des courants alternatifs. Enfin si, après avoir attaché l'extrémité B au centre d'un diaphragme, on met A et B en rapport avec un téléphone ou mieux avec un microphone, l'appareil reproduit la parole.

On voit donc que les déformations mécaniques, quelque faibles et quelque rapides qu'elles soient, modifient la tension électrique, et que, réciproquement, les variations de tension électrique, quelque faibles et quelque rapides qu'elles soient, s'accompagnent d'une déformation mécanique.

D'après d'Arsonval, on observe les mêmes phénomènes avec tous les corps liquides ou semi-liquides d'origine organique ou inorganique présentant une surface de séparation mécaniquement déformable.

Ces particularités physiques donneraient l'explication des phénomènes physiologiques précédemment décrits.

L'oscillation négative, contemporaine de la contraction du muscle strié, serait due à la variation de tension superficielle et, par suite, d'état électrique qu'entraîne la déformation mécanique interne de tout tissu vivant changeant spontanément de forme.

Du Bois-Reymond a d'ailleurs démontré que l'oscillation négative peut encore s'observer lorsqu'on a emprisonné le muscle dans du plâtre.

Vous savez que l'organe électrique des poissons (de la torpille, par exemple) offre une grande analogie avec le muscle. La décharge de cet organe aurait la

même cause que la variation négative du muscle.

Quoi qu'il en soit de l'explication théorique fournie par d'Arsonval, l'électricité du muscle paraît être bien démontrée. Elle est liée à la vie du protoplasma cellulaire et on doit la considérer comme un des modes de transformation de l'énergie chimique dépensée dans la cellule vivante, c'est-à-dire en état de nutrition.

D'Arsonval pense même que la chaleur résultant des actes nutritifs n'est que la conséquence d'une seconde transformation. Le muscle serait un moteur électrique et non un moteur thermique. Dans le jeu spontané du muscle, l'énergie prendrait d'abord la forme chimique sous l'influence de la nutrition cellulaire, puis la déformation mécanique du protoplasma dégagerait une énergie électrique dont le résidu se montrerait sous forme de chaleur.

Les vues théoriques émises par d'Arsonval ne peuvent pas encore être regardées comme démontrées. J'ai tenu cependant à vous les faire connaître parce qu'elles s'appuient sur des faits physiques bien établis et qu'elles ont l'avantage de représenter la matière vivante comme étant le siège de phénomènes dans lesquels il y a lieu de faire la part des transformations des forces physiques entre elles. Nous voyons, en effet, apparaître dans cette matière des phénomènes de mouvement, d'électricité, de chaleur et nous pouvons dire que les lois qui régissent ces diverses manifestations sont, sans aucun doute, les mêmes que pour les corps inorganiques.

Nous devons en conclure que les faits qui se produisent dans la matière vivante lors de l'intervention des agents physiques, et notamment de l'agent électrique, sont de première importance. Mais l'étude de

ces faits reste jusqu'à présent complexe et même d'une assez grande obscurité, car nous ne savons rien des rapports qui peuvent exister entre les différentes formes de l'énergie vitale et celles de l'énergie physique. Que pourrions-nous dire, par exemple, touchant le rapport possible entre l'énergie électrique et ce qu'on entend en physiologie par neurilité ou force nerveuse?

Tout ce que nous pouvons prétendre actuellement, c'est que les phénomènes électriques se manifestent constamment pendant l'évolution des actes vitaux et que l'électricité paraît être normalement une des formes de l'énergie nécessaire à la production des manifestations dites physiologiques.

DIX-SEPTIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE)

II. Électro-physiologie. — *Action de l'électricité sur l'organisme.* — A. *Phénomènes produits par les états permanents :* bain électro-statique; effets produits par le courant de pile : passage du courant de pile à travers les tissus.

Messieurs,

Effets du mode permanent.

Appliquée à l'organisme, l'électricité agit sur lui suivant que son mode d'application crée un état permanent, fixe, réalisé par le passage d'un flux continu, ou un état variable, représenté par des flux interrompus ou périodiques.

Nous savons déjà que l'état variable est plus particulièrement apte à produire l'excitation des nerfs et des muscles. Les manifestations physiologiques qu'il suscite sont très apparentes et d'une analyse relativement facile.

Le flux continu produit par le courant de pile fait une besogne plus diffuse, plus profonde, moins saisissable, qui paraît liée surtout à l'énergie chimique et dont on n'a pu encore se rendre compte d'une manière précise.

Il faut considérer également la pratique désignée sous le nom de bain électro-statique comme un procédé se rattachant au mode permanent. C'est par les effets déterminés par ce genre d'électrisation que nous commencerons notre description.

Électrisation statique.

Le corps d'un sujet isolé sur un tabouret et mis en communication avec une machine statique ou bien non isolé et recevant, à l'aide des procédés que nous décrirons, le vent électrique, est parcouru par un courant constant à haut potentiel qui quitte la surface du corps à travers l'air jouant le rôle de circuit extérieur.

L'intensité de ce courant est à la vérité très faible et, cependant, les phénomènes physiologiques produits par l'électrisation statique sont notables.

On connaît depuis longtemps les effets de l'électricité atmosphérique sur l'homme, et, au siècle dernier, on avait soupçonné également l'influence qu'exerce l'électricité statique sur l'état général de l'organisme.

Toutefois l'emploi méthodique de l'électricité statique remonte à peine à une quinzaine d'années et nous ne connaissons encore que d'une manière assez imparfaite les phénomènes physiologiques qu'elle peut susciter.

Tous les observateurs ont remarqué le hérissement des cheveux et la sensation de toile d'araignée qui se répand à la surface du corps. Beaucoup d'entre eux s'accordent à reconnaître aussi des modifications de la circulation.

Déjà, au xviii[e] siècle, Jallabert, Sauvages, ont noté l'augmentation de la vitesse du sang et l'accélération du pouls.

Ces faits ont été retrouvés par Stepanow, Vigouroux, Eulenburg.

Stepanow a noté, pendant la durée du bain électrostatique, une élévation plus grande du tracé sphygmographique et une augmentation du dicrotisme. Damian a confirmé cette observation. Il y aurait donc diminution de la tension vasculaire. Cependant chez un malade

de Charcot, qui venait d'être saigné, l'écoulement sanguin, d'abord arrêté, reparut sous l'influence du flux électro-statique.

Jallabert a signalé une augmentation de la température, fait qui a été également noté par Stein et par Vigouroux.

D'après Damian cet effet appartiendrait exclusivement au bain électro-positif. Le bain électro-négatif ne déterminerait aucune variation de la température et les étincelles négatives auraient pour effet de l'abaisser légèrement.

D'après les anciens auteurs l'électrisation statique activerait toutes les sécrétions. L'augmentation de la transpiration est un fait souvent observé. D'après Stepanow la sueur diminuerait au niveau des points électrisés et augmenterait sur le reste du corps. Le même auteur a encore noté une augmentation de l'urine des vingt-quatre heures.

Damian n'a observé cet accroissement de volume de l'urine qu'avec le bain négatif.

La sensibilité générale est certainement plus ou moins modifiée; mais d'une manière variable suivant les sujets. La plupart des observations faites sur ce point concernent des malades et sont par suite incapables de nous renseigner sur les véritables effets physiologiques du bain électro-statique. D'une manière générale, celui-ci détermine plutôt un effet sédatif que de l'excitation ; il tend même parfois à faire dormir et il n'est pas rare de voir des malades être pris de sommeil sur le tabouret. Il faut tenir compte à cet égard de l'action de l'ozone dégagée en abondance dans l'atmosphère de la pièce où fonctionne la machine.

On a encore signalé l'augmentation plus ou moins

notable de l'appétit au bout d'un certain nombre de séances et quelques troubles menstruels, notamment le redoublement des règles.

Sur la question de savoir s'il existe une différence d'action entre le bain positif et le bain négatif, les auteurs ont émis des opinions contradictoires. Pour Eulenburg, Benedictow, Vigouroux, les deux espèces de bain détermineraient sensiblement les mêmes effets. Au contraire, d'après Stein et Larat, le bain positif serait calmant et le négatif excitant, et nous venons de voir que, pour Damian, certains effets physiologiques dépendent de la nature du bain. Ajoutons qu'en étudiant les effets de l'électricité atmosphérique sur l'organisme, Schliep a trouvé que la tension atmosphérique positive détermine des effets d'excitation, tandis que la négative amène un état de dépression notable.

Les phénomènes généraux remarqués par les électriciens du siècle dernier devaient attirer l'attention des auteurs contemporains sur les modifications que l'électrisation statique peut apporter à la nutrition générale.

D'Arsonval, en étudiant cette question, a constamment observé une augmentation des combustions respiratoires, indépendante de l'effet produit par l'ozone. D'autre part, Damian a constaté dans l'urine une augmentation dans l'excrétion de l'urée, particulièrement après le bain positif. L'électricité statique paraît donc avoir la propriété d'augmenter le mouvement nutritif.

Il est intéressant de rapprocher ces phénomènes relevés chez l'homme de l'influence que l'électricité exerce sur la végétation.

L'abbé Nollet avait déjà remarqué que l'influx électrique favorise le développement des végétaux. Des

expériences précises, entreprises avec le courant de pile, ont permis récemment à Berthelot d'établir l'action de l'électricité sur la végétation, et des observations analogues ont été faites par Armand Gautier.

Mais pour nous en tenir à notre sujet, c'est-à-dire aux effets de l'électricité statique, nous citerons particulièrement les recherches faites sur une large échelle par Spechnew. Cet expérimentateur a planté, de distance en distance, dans des champs de blé, des poteaux de bois terminés par une pointe métallique, et représentant des paratonnerres reliés au sol par une chaîne conductrice. De cette manière la surface du sol était mise constamment en équilibre avec la tension atmosphérique et était, en somme, pénétrée par un flux statique plus abondant qu'à l'état normal.

Le rendement en céréales des champs électrisés fut notablement supérieur à celui des champs voisins.

Lorsque le flux électrique, au lieu d'être diffusé sur toute la surface du corps, est appliqué sur certaines parties, notamment sur la tête, à l'aide par exemple de la douche électrique, on peut voir survenir des phénomènes particuliers par suite d'une modification probable des hémisphères. Mais les phénomènes les plus remarquables, tels que la perte de la mémoire, ou, au contraire, le retour de la mémoire quand elle est diminuée, faits signalés par Benedikt, entrent plutôt dans le cadre des effets thérapeutiques que des manifestations physiologiques.

Nous indiquerons plus tard les phénomènes d'excitation déterminés par les flux instantanés, par les étincelles.

Galvanisation continue.

Continuons pour le moment l'examen des faits relatifs au mode permanent. La seconde manière de l'ob-

tenir consiste dans l'emploi du procédé d'électrisation par le courant de pile, désigné habituellement sous le nom de *galvanisation continue.*

On applique sur la peau des réophores humides et, à l'aide d'une batterie médicale, on fait passer dans le circuit extérieur, fermé par le sujet électrisé, un courant qui partant de zéro doit arriver à posséder une certaine intensité et revenir ensuite graduellement à zéro. L'électrisation est dite invariable ou constante quand tout est disposé de telle sorte que l'établissement du courant et son accroissement d'intensité aient lieu sans secousses, de même que le retour graduel au zéro.

On supprime ainsi les effets mécaniques du courant de pile, c'est-à-dire des flux ou ondes électriques résultant des variations d'ouverture ou de fermeture. Toutefois, cela ne veut pas dire que le courant est absolument constant et invariable.

Lorsqu'on applique un courant de pile sur une partie quelconque du corps, ce courant subit inévitablement des variations d'intensité.

Pour un même nombre d'éléments, l'intensité du courant dépend, en effet, d'une part de la résistance du circuit, de l'autre de l'état de la batterie. Or, nous allons voir que, toutes choses égales d'ailleurs, la résistance au passage du courant est variable aux divers moments d'une même électrisation. D'un autre côté, quelque parfaite que soit une batterie, le courant qu'elle produit est toujours dans un état légèrement variable. L'expression de courant constant s'applique donc à un état dans lequel il y a summnation des effets produits par les oscillations faibles et rapides de l'état variable. Et, ce qui caractérise physiquement la galvanisation continue, c'est l'absence des grandes variations brusques,

telles que celles qui résultent de la rupture ou de la fermeture du circuit.

Ce mode d'électrisation détermine des phénomènes qui lui sont propres. Il est logique de nous en enquérir tout d'abord, car dans la galvanisation discontinue ou interrompue, ces phénomènes ne font jamais défaut ; les effets particuliers dus à la discontinuité viennent s'y surajouter.

Résistance de l'organisme.

Nous allons commencer par examiner comment le courant de pile passe à travers le corps ou l'une de ses parties et de quelle façon il s'y distribue. Il est évident que cette question présente un grand intérêt pratique. Aussi a-t-elle donné lieu à d'assez nombreuses recherches. Je ne vous dissimulerai pas qu'elle est, cependant, loin d'être résolue.

Le corps humain oppose dans ses diverses régions, de peau à peau, de muqueuse à muqueuse, ou de peau à muqueuse, une résistance relativement considérable au passage du courant. Cette résistance est due à l'interposition entre les plaques réophoriques d'un bloc de tissus qui, malgré l'étendue de sa section, est constitué par des parties relativement peu conductrices. Lorsque les plaques réophoriques sont à une assez grande distance l'une de l'autre, notamment lorsque l'une est appliquée sur une des faces du corps et l'autre sur la face opposée, la résistance au passage du courant est considérée comme représentant la résistance totale du corps humain. Nous verrons bientôt qu'elle est sensiblement celle des deux couches épidermiques que le courant doit traverser pour se porter d'une électrode à l'autre.

La mesure de la résistance du corps est une question de physique pure offrant des difficultés spéciales qui ne nous paraissent pas, quant à présent, avoir été

surmontées. Nous n'avons ici qu'à nous préoccuper des résultats obtenus et des données dont le praticien peut tirer parti dans l'état actuel des choses.

Les premiers observateurs se sont servis de la méthode de substitution. Aux résultats obtenus par Ritter sur les animaux sont venus s'ajouter ceux qui ont été recueillis chez l'homme par Remak, Kolrausch, Runge, Lenz et par d'autres encore. Exprimés en unités de résistance de Siemens, ils se font remarquer par leur extrême diversité. Ainsi, tandis que Runge, par exemple, donne pour la résistance du corps humain des chiffres de 2000 à 5000 U. S., Weber estime cette même résistance à 900 000 U. S.

Dans ces derniers temps, Gärtner, Rosenthal, Eulenburg, Jolly, Harris et Laurence ont utilisé la méthode du pont de Wheatstone. Ces observateurs ont trouvé ainsi que la résistance du corps humain est beaucoup plus grande qu'on ne le croyait. Les chiffres qu'ils ont fourni sont très variables et nous nous contenterons d'indiquer ceux des derniers auteurs. Harris et Laurence ont employé des électrodes de 50 centimètres carrés, tenus dans les mains ; ils ont estimé l'intensité avec un galvanomètre à miroir, et la résistance en ohms. Leurs observations ont porté sur dix personnes de diverses classes ; et tantôt les mains étaient sèches, tantôt mouillées. Lorsque les mains étaient mouillées, c'est-à-dire dans les conditions les plus habituelles de l'électrisation, la résistance a varié, toutes choses égales d'ailleurs, de 25 000 comme maximum à 3900 comme minimum. Cet écart est considérable et laisse planer des doutes sur la valeur de ces expériences.

Il est probable, cependant, que la résistance varie

beaucoup d'un individu à l'autre et pour le même individu suivant les conditions dans lesquelles on se place. On croyait autrefois que la résistance atteignait son maximum dans les points où la peau est épaisse, à la paume des mains et à la plante des pieds. D'après Gärtner, le maximum de résistance s'observerait, au contraire, au niveau du visage et des tempes.

Quoi qu'il en soit, l'estimation de la résistance du corps ou de l'une de ses parties n'a plus aujourd'hui la même importance pratique qu'avant l'emploi du galvanomètre d'intensité. Comme pendant tout le cours d'une galvanisation l'œil peut être fixé sur cet instrument, nous n'avons plus guère à nous préoccuper de la résistance à vaincre. Nous dirons, cependant, encore quelques mots des variations de la résistance pendant le cours de la galvanisation.

Variations de la résistance

Une des causes des écarts entre les estimations des observateurs qui ont cherché à mesurer la résistance du corps, tient à ce fait que la résistance, d'abord très grande au début d'une opération, ne tarde pas à diminuer.

Lorsqu'on employait des galvanomètres dont l'aiguille oscillait un certain temps avant d'atteindre sa position d'équilibre, on mesurait la résistance déjà modifiée par les actions physiques et physiologiques qui accompagnent le passage du courant. Actuellement, à l'aide d'autres instruments, on mesure la résistance initiale et on la trouve très sensiblement plus élevée.

Si l'on suppose que la résistance de la batterie reste invariable pendant une séance d'électrisation, — ce qui ne peut être rigoureusement vrai, — les variations d'intensité du courant, pour un même nombre de couples,

seront en rapport avec les variations de la résistance opposée par les tissus.

Tous les expérimentateurs ont observé une diminution plus ou moins rapide de la résistance après le passage du courant continu, ou, ce qui revient au même, une augmentation de l'intensité. Cette modification se produit plus ou moins rapidement suivant les régions et suivant l'intensité du courant employé. En général, elle est d'autant plus notable et d'autant plus rapide que l'intensité du courant est plus grande. En regardant l'aiguille du galvanomètre pendant l'opération, on voit que l'intensité du courant augmente d'abord avec rapidité, puis bientôt plus lentement jusqu'au moment où elle atteint un certain maximum.

D'après Boudet de Pâris, Stintzing et Grœber, Dignat, lorsque les choses en sont là, si l'on prolonge la durée de la séance, l'intensité tend parfois de nouveau à décroître, mais elle ne revient jamais à l'intensité initiale. L'électrisation prolongée créerait donc à un certain moment une augmentation de la résistance.

Gärtner, Silva et Pescarolo ont vu que les interruptions du courant (ouvertures et fermetures) restent sans influence sur le degré de résistance. Mais si l'on vient à renverser le sens du courant, on observe momentanément une augmentation souvent notable de l'intensité du courant. Erb, Gärtner, de Watteville, etc., sont tous d'accord sur ce point, et il importe de s'en souvenir lorsqu'on change le sens de la galvanisation dans le cours d'une même séance. Enfin notons encore que von Ziemssen et quelques autres ont constaté une diminution de la résistance après la faradisation préalable.

Les causes de ces variations dans la résistance sont en partie physiques, et en partie physiologiques.

A l'humectation et à l'imbibition de l'épiderme s'ajoutent des modifications que nous décrirons bientôt et qui tendent à diminuer la résistance de la peau.

Pour Gärtner cette action physico-chimique, qui s'exerce sur l'épiderme, serait suffisante pour expliquer la diminution de la résistance. Il appuie son opinion sur des expériences faites sur le cadavre, expériences dans lesquelles il enlevait l'épiderme au moyen d'eau chaude. Mais, d'après Erb et la plupart des autres observateurs, il y a également lieu de tenir compte de l'hyperémie cutanée et de l'excitation sécrétoire. Après l'application de révulsifs ou après l'action sudorifique de la pilocarpine, la résistance de la peau est amoindrie. Quant à l'effet de l'irrigation sanguine, il a été mis en évidence par Dubois (de Berne). En refroidissant les réophores appliqués sur la peau à l'aide d'un courant d'eau froide, cet électricien a constaté une augmentation de la résistance par anémie cutanée, bien que l'abaissement de la température du circuit extérieur soit une cause d'augmentation de résistance.

Pour expliquer l'augmentation de l'intensité du courant après une inversion dans le sens de ce courant, on a invoqué la polarisation des électrodes. De Watteville repousse cette explication parce qu'il n'a constaté l'augmentation d'intensité qu'au bout de quelques moments et non immédiatement après le renversement.

D'après Silva et Pescarolo la diminution de la résistance se produirait surtout au niveau de la plaque réophorique reliée au pôle positif. L'augmentation de l'intensité du courant après un renversement peut donc

dépendre, en partie, de l'inégalité de surface des électrodes. Si la remarque de ces derniers auteurs est exacte, elle devra être surtout sensible dans le cas où la petite plaque réophorique aura d'abord été reliée à l'électrode positive.

DIX-HUITIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE)

II. Électro-physiologie. — Conductibilité des tissus et mode de distribution du courant dans l'organisme. — Principales règles relatives à l'application du courant de pile.

Messieurs,

Le courant de pile pénètre dans la profondeur des tissus et amène au contact des éléments anatomiques un flux abondant, représentant une énergie chimique relativement considérable. Nous avons donc dû nous préoccuper tout d'abord du mode de pénétration du courant de pile à travers le corps. C'est ainsi que nous avons appris tout d'abord que celui-ci oppose au passage du courant une résistance très grande qui varie d'ailleurs suivant certaines conditions et notamment pendant le cours même d'une séance de galvanisation.

Conductibilité des tissus.

Cette résistance est une fonction de la conductibilité des tissus qui doivent être traversés par le courant de pile. Nous avons donc actuellement à nous inquiéter de la conductibilité des différents tissus ; les notions qui s'y rattachent nous permettront de comprendre les principales lois du mode de distribution du courant à l'intérieur de l'économie.

On a reconnu depuis longtemps que la peau ne possède qu'une faible conductibilité pour le courant de pile.

Cela tient surtout à la résistance que présente l'épiderme au passage de ce courant. Ainsi l'épiderme sec d'un cadavre est dépourvu de conductibilité. L'épiderme mouillé est meilleur conducteur; il représente, cependant, encore dans cet état, la principale cause de la résistance. C'est ce qu'a vu Gärtner dans les expériences citées précédemment. Lorsque la peau d'un cadavre a été dépouillée de l'épiderme, les variations dans la résistance dont nous avons parlé disparaissent d'une manière presque absolue. Jolly estime que la résistance des tissus interposés entre les deux couches épidermiques est négligeable comparativement à celle de l'épiderme. Celui-ci constitue donc une sorte de vernis protecteur; il forme comme une sorte de barrière. Une fois celle-ci franchie, le courant de pile rencontre des couches beaucoup plus conductrices.

On a cherché à se rendre compte de la conductibilité des divers tissus et il a fallu pour cela opérer surtout sur le cadavre. Les données ainsi acquises ne nous renseignent qu'imparfaitement, car certaines expériences tendent à établir que la conductibilité des tissus vivants n'est pas la même que celle des tissus morts. Ainsi, d'après Ranke, les muscles vivants seraient plus résistants que ceux du cadavre, tandis que d'autres tissus, ceux des nerfs et des centres nerveux seraient, selon Munk et von Ziemssen, moins résistants sur le vif qu'après la mort.

Au point de vue pratique, on peut admettre avec Erb que, sur le vivant, les tissus mous possèdent tous à peu près la même conductibilité. Les os ont, ainsi qu'Eckhard l'a fait voir, la plus faible conductibilité. Danion représente par 1 la conductibilité des muscles, qui peut être considérée comme la plus forte. D'après lui les

tendons seraient au moins aussi bons conducteurs.

Viennent ensuite le pannicule graisseux, la substance cérébrale, les aponévroses dont la conductibilité serait de 0,93 ; celle des os ne serait que de 0,60.

Le courant pouvant toujours contourner les os pour suivre la voie des masses musculaires, rencontrera donc dans l'intérieur du corps des masses d'une résistance à peu près égale dans tous les sens.

Cela posé, examinons comment le courant de pile va se comporter après avoir franchi l'épiderme. Distribution du courant.

Cette question doit être évidemment considérée comme de première importance. Nous allons voir que, malheureusement, elle est loin d'être tranchée d'une manière précise.

Considérons deux plaques réophoriques humides appliquées sur la peau, l'une en avant du corps, l'autre en arrière. Nous savons maintenant qu'elles se trouveront isolées l'une de l'autre par l'épiderme. Il ne se produira donc pas trace de courant extérieur, tendant à relier les deux plaques en contournant la surface du corps. Il faudra de toute nécessité que le courant de pile soit assez fort pour vaincre la résistance de la peau, autrement dit la résistance de la double couche épidermique.

Après avoir traversé l'épiderme, le courant va se comporter suivant les lois physiques : il se distribuera dans les masses conductrices en raison inverse de leur résistance. La plupart des spécialistes admettent une sorte de distribution en éventail, partant de la surface réophorique et s'élargissant dans la profondeur du corps pour se rétrécir de nouveau près de la seconde plaque. D'après eux, étant données les résistances à vaincre, une bonne partie du courant tendra à réunir

les plaques par le chemin le plus court, à moins que le courant ne rencontre sur son passage une ceinture osseuse qui l'oblige à faire un détour plus ou moins grand. C'est ainsi qu'Erb, von Ziemssen, de Watteville, ont compris la manière dont le courant se comporte à l'intérieur du corps. Pour bien faire comprendre sa pensée, Erb se sert d'une comparaison pittoresque. Il représente le courant sous la forme d'une chevelure composée d'un nombre de fils variables avec la densité. Pour une surface réophorique petite un courant d'une certaine intensité sera composé de fils nombreux, serrés, formant une sorte de tresse. Ces fils se répandront ensuite dans la profondeur comme si la chevelure dénouée était ébouriffée ; puis, de nouveau, les fils se rapprocheront pour former de nouveau une tresse serrée qui ira rejoindre l'autre plaque réophorique.

Courants dérivés.

Les fils les plus épars, les plus excentriques, c'est-à-dire ceux qui prennent le chemin le plus long, forment les courants dits *dérivés*. La connaissance de ces dérivations est importante dans la pratique, lorsqu'on veut éviter l'excitation d'organes très sensibles.

On a pu en démontrer l'existence à l'aide d'expériences. Celle-ci est rendue d'ailleurs indubitable par l'apparition de divers phénomènes survenant dans le cours de certains modes d'électrisation chez l'homme.

Ainsi l'application des réophores dans le voisinage de l'œil et même sur la tête, à une certaine distance de cet organe, fait apparaître des phosphènes ; l'électrisation du cou détermine des vertiges ; l'application des plaques réophoriques à une certaine distance de la bouche, distance qui peut être assez grande quand le courant est intense, s'accompagne du développement d'un goût métallique.

C'est en se fondant sur ce mode de distribution du courant que les électriciens ont posé les règles de l'application des électrodes suivant les diverses régions et qu'ils ont pensé pouvoir localiser les effets de l'électrisation à certains organes, en prenant des dispositions physiques en rapport avec le but à atteindre.

Ils ont, par exemple, donné le précepte de placer une petite électrode au niveau du point malade, quand celui-ci est un organe peu profond et de lui opposer une électrode à grande surface.

En reprenant récemment l'étude de cette question, Danion a été conduit à mettre en doute les règles acceptées jusqu'à présent. D'après des expériences faites *in vitro* et relatives au mode de distribution du courant dans des cuves d'eau salée, représentant d'après lui la masse organique devant être traversée par le courant, cet électricien arrive à cette conclusion qu'on se fait illusion lorsqu'on croit atteindre un point du corps même très peu profond avec une densité de courant d'autant plus grande que l'électrode la plus rapprochée du point visé est plus petite.

Il veut qu'on se serve de larges électrodes qui permettent d'utiliser des intensités élevées que la douleur provoquée par les petites rendent impraticables.

Vous comprenez combien il importe d'être fixé sur le point de pratique soulevé par cette discussion.

Danion tend à établir que le courant diffuse dans la masse des tissus à peu près comme dans une masse d'eau légèrement salée (eau à 6 p. 1000). En acceptant cette opinion, voyons quelle est la conductibilité d'un tel milieu.

D'après E. Becquerel, la conductibilité de l'argent

étant représentée par 100 000 000, celle d'une dissolution de chlorure de sodium à moitié saturée n'est que de 23,08. Celle d'une dissolution plus faible doit être sensiblement moins conductrice, car la conductibilité d'une solution salée augmente avec la proportion de sel.

Si le corps humain était une masse métallique, la densité d'un courant qui le traverserait serait sensiblement uniforme dans tous les points. Dans une masse trois à quatre millions de fois moins conductrice, la propagation du flux électrique sera certainement beaucoup plus influencée par la distance, et c'est avec raison que tous les auteurs classiques ont admis qu'elle tend à se faire par le chemin le plus court. Il nous paraît donc évident qu'à l'intérieur du corps la densité électrique doit être plus élevée le long du trajet direct que sur les points éloignés de ce trajet.

Ces considérations vont nous permettre d'estimer d'une manière approximative l'influence qu'exerce la surface des plaques réophoriques sur la densité profonde du courant.

Toute électrisation utile doit amener au tissu ou à l'organe qu'il s'agit de modifier un flux électrique d'une densité suffisante pour que ce flux puisse avoir une certaine action. Cette règle doit être considérée comme fondamentale.

Aussi a-t-on donné le précepte de choisir les électrodes de telle sorte que, dans le mode de distribution du flux, le courant acquière son maximum de densité du côté de l'organe malade. Dans la pratique on est gêné par ce fait que la densité est fonction de la surface réophorique et de l'intensité du courant (voir p. 211).

Dans le cas où l'on veut obtenir une grande densité en appliquant près du point malade une électrode de petite surface, on est obligé d'employer un courant beaucoup moins intense que si l'électrode était d'une surface plus étendue. Mais, d'autre part, si l'on croit utile d'atteindre de fortes intensités, il est indispensable d'avoir recours à de grandes électrodes, et l'on doit se demander sous quelle densité, dans ces conditions, le flux parviendra aux organes malades.

Supposons tout d'abord un cas très simple, celui de l'électrisation d'un segment du corps à l'aide d'électrodes de même surface situées en deux points opposés et servons-nous des estimations données par Boudet de Pâris.

Employons d'abord de petites électrodes de 5 centimètres de côté, soit de 25 centimètres carrés de surface.

Dans ces conditions, l'intensité du courant susceptible d'être employé est, d'après Boudet de Pâris de 7,5 M.A. seulement. La densité de ce courant par centimètre carré sera de 0,30 M.A. Supposons que, conformément au mode de distribution admis par la plupart des électriciens, la diffusion du courant ait lieu dans les tissus sous une certaine incidence, si bien qu'à un centimètre de distance de la plaque réophorique le côté de la plaque de diffusion soit de $7^{cm},5$ au lieu de 5 centimètres, la surface de section du flux sera à la distance d'un centimètre de 50 centimètres carrés et la densité de 0,13 M.A.

Remplaçons cette plaque par une très large de $22^{cm},5$ de côté et d'une surface de 506 centimètres carrés. Sous le même angle de diffusion, à la profondeur d'un centimètre, la surface de section du flux atteint 625 cen-

timètres carrés. Mais, dans ce cas, on peut employer un courant de 25 M.A. Malgré cette plus grande intensité, la densité du courant pour 1 centimètre carré n'est que de 0,05 M.A., et cette densité devient, à la profondeur d'un centimètre, 0,04 M.A.

Inscrivons ces chiffres sous forme de tableau :

Surface du flux.		Intensité en M.A.	Densité en M.A.
	25 car.	7,5	0,30
à 1 cent.	56 —	7,5	0,13
	506 —	25,0	0,05
à 1 cent.	625 —	25,0	0,04

Dans l'un et l'autre cas, la densité du flux décroîtra avec la profondeur, mais plus rapidement dans le premier cas (avec petites plaques) que dans le second.

A une certaine profondeur, qui est ici de 7 centimètres, la densité du flux sera égale de part et d'autre, soit de 0,005 M.A. Mais avec les petites plaques elle se rapportera alors à une surface de 500 centimètres carrés ; avec les grandes à une surface beaucoup plus grande, de 1600 centimètres carrés.

Ces calculs ne peuvent être évidemment qu'approximatifs, parce que nous ne pouvons pas déterminer avec exactitude l'incidence du cône de diffusion et que, de plus, la densité électrique est plus grande au centre de ce cône que sur sa périphérie. Mais telles qu'elles sont ces estimations paraissent être, d'après les faits d'observation courante, assez rapprochées de la vérité et on en peut tirer des conséquences pratiques importantes.

En premier lieu, on voit clairement que les grandes électrodes, tout en permettant d'utiliser une intensité de courant beaucoup plus grande que les petites, fournissent un flux électrique d'une densité beaucoup plus

faible, même à la surface (dans la proportion ici de 0,30 M.A. contre 0,05 M.A.). Il est donc évident que, pour agir avec une certaine intensité de courant sur un organe peu profond, sous-cutané, on a tout avantage à se servir d'électrodes de petite surface, malgré l'obligation d'employer dans ce cas un courant de faible intensité. L'organe en question, s'il est de petit volume (nerf, ganglion, muscle, etc.) et séparé seulement de la peau par une minime épaisseur de tissus, recevra, même avec un courant assez faible, un flux plus dense que lors d'une électrisation faite avec de très larges électrodes et un courant beaucoup plus intense.

Lorsqu'il s'agira, au contraire, d'opérer sur un organe volumineux, mais peu profond (sur l'estomac par exemple), on aura un certain avantage à employer une électrode assez grande ; mais pas trop grande cependant, les très grandes électrodes ne pouvant fournir que des flux diffusés, d'une faible densité. Ces dernières ne devront intervenir que lorsqu'il faudra faire porter le flux électrique, soit sur un organe très étendu en surface, soit sur un grand groupe d'organes situés à une certaine profondeur.

Nous allons bientôt décrire les effets de l'excitation des nerfs et des muscles produits par les flux discontinus. Dans les très nombreuses expériences faites à ce propos, on place, au niveau de l'organe à exciter, de petites électrodes et on fait usage d'un courant de faible intensité. Les résultats obtenus seraient incompréhensibles si, après avoir traversé la peau, le courant était diffusé également dans tous les sens.

Sens du courant.

Lorsque les plaques réophoriques sont de surface égale, on dit que l'électrisation est *bipolaire*. Ce mode

d'application est souvent utilisé dans la galvanisation continue.

Comme dans le circuit extérieur le flux électrique marche du pôle positif au pôle négatif, on s'est, pendant longtemps, préoccupé du sens du courant au point de vue des effets produits sur la partie électrisée. On a appelé *courant centrifuge* celui qu'on obtient lorsqu'on place la plaque positive à la racine d'un membre, par exemple, la plaque négative étant fixée à la périphérie du même membre. La disposition inverse donnerait un *courant centripète*.

Action polaire.

Depuis plusieurs années déjà, tout ce qu'on a dit autrefois relativement à l'influence du sens du courant est rapporté à l'*action polaire*, c'est-à-dire à la prédominance d'action de l'un des pôles.

Nous venons de voir qu'en employant des électrodes de surface inégale, l'une très grande, l'autre relativement très petite, le courant présentera, pour une même intensité, une densité beaucoup plus grande du côté de l'excitateur de petite surface qu'au niveau de l'autre excitateur. Le pôle relié à la petite électrode est dit *actif*, l'autre étant considéré comme *indifférent*. Dans ces conditions, l'électrisation est dite *unipolaire* ou simplement *polaire*.

Les différences observées entre les effets de la galvanisation bipolaire et ceux de la galvanisation polaire sont surtout prononcées lorsqu'on pratique des ruptures ou des fermetures du courant. Elles sont sensibles également lors d'une galvanisation continue, dans des circonstances que nous aurons à préciser.

Règles générales.

Les différentes considérations qui ont fait l'objet de cette leçon permettent de tracer les principales règles à suivre pour pratiquer une électrisation utile et ration-

nelle, tout en évitant les inconvénients dus à une densité exagérée du flux.

Dans le cas où l'on voudrait localiser l'action du courant de pile à un organe superficiel, peu étendu et peu profond, tel qu'un ganglion superficiel, un muscle sous-cutané, etc., on emploiera la méthode polaire qui permettra d'écarter tout effet sur les points voisins et de diminuer, dans une certaine mesure, grâce aux grandes dimensions de l'électrode indifférente, la résistance totale du corps. La place de l'électrode dite inactive ne sera pas toujours sans importance. Pour la galvanisation continue, on devra presque toujours la choisir de telle sorte que le courant traverse la partie électrisée sous la plus grande densité possible.

Ainsi, par exemple, si l'on veut localiser l'action à un point limité de la moelle épinière, on appliquera la petite électrode le plus près possible de ce point et on la choisira assez large, de manière à pouvoir utiliser un courant suffisamment fort; on mettra la grande électrode du côté opposé du corps sur l'abdomen, de telle sorte que le courant passe à travers les nerfs splanchniques pour arriver jusqu'à la moelle.

Dans tous les cas le pôle négatif sera choisi, suivant l'effet à obtenir, d'après nos connaissances sur les actions polaires.

Pour électriser un organe étendu et peu profond, le mieux sera habituellement de placer à chacune de ses extrémités, une électrode de moyenne surface. Lorsque la partie malade est sous-cutanée et assez étendue, une articulation, par exemple, on fera bien de la couvrir entièrement avec une électrode appropriée.

L'électrisation des centres nerveux a donné lieu à quelques difficultés. La faible conductibilité des os a

fait croire pendant quelque temps à l'impossibilité du passage du courant à travers le cerveau. Von Ziemssen, entre autres, a partagé cette opinion jusqu'en 1866. L'année suivante, Erb a fait voir que les courants ayant l'intensité ordinairement usitée dans les applications thérapeutiques peuvent traverser le cerveau et la moelle épinière.

Les recherches d'Erb ont été confirmées par Burckhart et par Brückner. Von Ziemssen, ayant repris à son tour l'examen de cette question, a pu se convaincre que le courant de pile peut traverser tous les organes internes, y compris les centres nerveux. Le bulbe est particulièrement accessible au courant, en raison de l'imperfection de sa ceinture osseuse et de son enveloppement par des tissus musculaires et graisseux.

Erb place une électrode au niveau de chaque fosse temporale et atteint ainsi le cerveau, même en employant des courants d'intensité faible. Danion propose d'atteindre le cerveau par la voie orbitaire.

La moelle épinière étant protégée par sa ceinture osseuse et par des masses musculaires le long desquelles le courant s'écoule aisément, il est assez difficile de la faire traverser dans toute son étendue, par un courant d'une densité suffisante.

Erb place deux grandes électrodes aux deux extrémités de la colonne vertébrale. Il nous semble que, dans ces conditions, le courant doit avoir peu de tendance à pénétrer à l'intérieur du rachis. D'après von Ziemssen, il faut couvrir presque entièrement la colonne vertébrale à l'aide d'une électrode longue et étroite, et placer la seconde électrode sur le sternum ou sur le creux épigastrique. Pour atteindre la moelle, Danion emploie une large électrode bifurquée dont les

chantériennes au niveau de l'émergence des sciatiques, la seconde électrode étant placée à la naissance du cou.

Nul n'a plus insisté que von Ziemssen sur l'emploi des larges électrodes. Pour l'électrisation des membres, il se sert de gouttières ayant de 40 à 50 centimètres de long sur 8 à 10 de large. A l'aide d'électrodes appropriées, il entoure les grandes articulations telles que le coude, les genoux, les épaules, etc. Ces préceptes sont parfaitement justifiés lorsqu'on veut faire porter les effets du courant de pile sur un organe étendu et superficiel.

DIX-NEUVIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE)

II. ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — *Description des effets produits par l'application du courant de pile.* — Phénomènes produits au niveau des plaques réophoriques. — Électrolyse interpolaire. — Dépolarisation intra-organique. — Cataphorèse. — Effets thermiques. — Effets physiologiques.

MESSIEURS,

Effets physiologiques produits par le courant de pile.

Nous allons décrire les effets produits pendant le cours d'une galvanisation continue. En apparence ils sont très simples, car ils consistent uniquement dans le développement, au niveau des plaques réophoriques, d'une sensation plus ou moins forte, ressemblant d'abord à un chatouillement, puis à un picotement qui augmente avec l'intensité du courant. Cette intensité ne doit jamais être assez grande pour que la sensation devienne douloureuse.

Il semble donc, au premier abord, que ce mode d'électrisation soit sensiblement moins actif que les autres. Vous savez que les promoteurs de l'électrothérapie n'y avaient pas recours. Duchenne se servait presque exclusivement des courants induits. Pendant ce temps, Remak vulgarisait l'emploi du courant de pile, mais en l'appliquant sous la forme dite *labile*, qui n'est qu'un mode de galvanisation discontinue. La galvanisation continue proprement dite est de date relative-

grande faveur et, déjà depuis un assez long temps, on la considère comme capable de déterminer des effets très puissants.

Le courant de pile est, effectivement, vous devez vous en souvenir, un courant de quantité représentant une énergie chimique relativement considérable.

Examinons donc avec attention les divers effets qui peuvent en résulter. Nous allons tout d'abord constater localement des phénomènes physico-chimiques prononcés.

Après avoir fait passer, à l'aide d'électrodes de moyenne étendue, à travers une partie du corps, un courant de 20 M.A. pendant un quart d'heure, on voit qu'au niveau des plaques la surface cutanée est devenue rouge, comme sinapisée.

En reliant les plaques entre elles et en les faisant communiquer à l'aide de fils conducteurs avec un galvanomètre de force électromotrice, on constitue ainsi une petite pile dont la force électromotrice est, d'après Boudet de Pâris, égale à 0 volt, 6. En les reliant dans les mêmes conditions avec un galvanomètre d'intensité, on obtient une déviation de l'aiguille indiquant 8 M.A. Pendant le cours de la galvanisation les électrodes se sont donc chargées ; elles ont subi une polarisation, comme auraient pu le faire celles d'un voltamètre et sont par suite devenues les éléments d'une petite pile secondaire.

Effets cutanés.

Cette action chimique, électrolytique, n'est pas limitée à la plaque réophorique, elle se poursuit à n'en pas douter dans la peau et nous verrons plus tard que lorsqu'on met les électrodes en contact immédiat avec les tissus, tels que du sang, des muscles, etc., il se

produit au niveau des électrodes une action chimique énergique amenant l'altération de ces tissus.

Le résultat général de cette action chimique se traduit par le transfert des acides organiques au pôle positif et des bases au pôle négatif.

Telle est la cause principale des effets locaux, cutanés. Si, avec un courant d'intensité moyenne, on prolonge la durée de l'application d'une manière suffisante, à la sensation de picotement succède celle d'une brûlure plus ou moins vive; la peau devient d'un rouge intense et se couvre de papules plus ou moins étendues.

Si on cesse l'application à ce moment, les lésions restent superficielles et sont suivies, au bout de quelques jours, d'une desquamation épidermique. Il se produit d'ailleurs habituellement une desquamation semblable à la suite d'applications thérapeutiques répétées, alors même qu'on n'élève jamais l'intensité du courant au point de provoquer une sensation de brûlure.

Les courants intenses, notamment ceux qui dépasssent la limite des courants usuels, font naître immédiatement des phénomènes plus accentués et plus douloureux.

Au pôle négatif, où se produit le dépôt des bases, les vaisseaux se resserrent, la peau pâlit, puis prend une coloration rosée en même temps qu'elle se soulève pour former une plaque saillante analogue à celle de l'urticaire. Cette surélévation de la peau est due à une sorte d'œdème qui disparaît assez rapidement, laissant à sa place une rougeur persistante. Au niveau de la plaque reliée au pôle positif, là où les acides se déposent, la peau devient immédiatement d'une rougeur qui ne tarde pas à devenir intense et à produire

une coloration sombre, au lieu d'une infiltration œdémateuse, on observe de ce côté une production de petites saillies. Après l'électrisation la rougeur persiste et est suivie, au bout de quelque temps, d'une abondante desquamation épidermique.

Lorsque la galvanisation atteint une longue durée, l'action chimique produite au niveau de la peau est d'une telle intensité qu'il s'ensuit une désorganisation du derme, une escarre plus ou moins profonde. Il est très important de savoir que la mortification de la peau peut avoir lieu à la suite de toute application suffisamment prolongée, alors même qu'on emploie des courants peu intenses et que leur production est considérablement facilitée par le mauvais état des plaques réophoriques.

On a dit que les escarres se forment surtout au niveau du pôle négatif, à l'endroit où les bases deviennent libres. Cette proposition a été trouvée inexacte par Boudet de Pâris. Lorsque le courant est intense et reste appliqué un temps suffisant, on voit survenir une escarre à chacun des pôles. S'il ne s'en forme qu'une, elle a pour siège la partie mise en contact avec l'électrode positive. A ce niveau les acides déterminant une coagulation des matières albuminoïdes, l'escarre est dure, sèche, tandis que, du côté opposé, au point où agissent les bases, l'escarre est humide, molle et réclame une action plus intense ou plus prolongée. La plaque positive est donc, en somme, la plus dangereuse.

A la suite des applications multipliées, fréquemment renouvelées, faites avec des courants de moyenne intensité, la peau devient sensible, irritable; elle se couvre de petites papules qui, en s'exco-

… rendent l'application plus douloureuse. Il devient alors indispensable ou bien de suspendre les séances, ou bien de déplacer les électrodes pour les appliquer sur un point voisin et bien intact.

L'action chimique se fait sentir également sur les électrodes et en détermine l'usure. Les meilleures électrodes sont recouvertes d'une peau de chamois très souple. Sous l'influence des effets chimiques dont nous nous occupons, cette peau devient sèche, se racornit, puis se perfore. La surface cutanée du patient peut entrer alors en contact direct avec la surface métallique. On en est habituellement averti par le développement d'une vive douleur ; mais si la sensibilité cutanée est émoussée, le mauvais état de l'électrode peut passer inaperçu et il en résulte rapidement la formation d'une escarre. On doit donc surveiller avec le plus grand soin l'état des électrodes.

Électrolyse interpolaire.

La grande majorité des physiciens et des électriciens pense que le courant de pile, en pénétrant dans les tissus, y produit une action chimique proportionnelle à son intensité. En d'autres termes, la masse des tissus est considérée comme un électrolyte dans lequel le courant circule en faisant un travail chimique. Au point de vue théorique, la décomposition de l'électrolyte représente la cause même de la conductibilité des tissus. On a d'ailleurs démontré depuis longtemps que tout fragment de tissu interposé dans un circuit se polarise et laisse se développer une force contre-électromotrice qui a pu être mise en évidence à l'aide des appareils qui servent à mesurer les forces électromotrices. On pourrait citer à cet égard les expériences de Chaperon.

Mais, dans les conditions ordinaires d'une électrisa-

tion, l'effet *chimique* du courant de pile ne peut être reconnu qu'au niveau de la surface cutanée. Aussi les physiciens, et entre autres Gariel, pensent-ils que, dans l'intérieur du corps, il se produit une décomposition et une recomposition chimiques, molécule à molécule, tout le long du circuit, conformément à la théorie bien connue de Grothus. Les tissus pouvant être, d'une manière générale, considérés comme une éponge imprégnée de sels de soude et de potasse, la polarisation d'un semblable électrolyte déterminerait, en fin de compte, au négatif un dépôt des corps électro-positifs, tels que l'hydrogène, le potassium, le sodium, et au niveau du positif, un dépôt des corps électro-négatifs : oxygène, chlore, iode, etc.

Une expérience très simple de Parsons semble donner raison à cette manière de comprendre le travail chimique dans le circuit interpolaire. Trois vases contenant une solution d'iodure de potassium sont reliés entre eux par deux mèches allant du premier au second, du second au troisième. On fait passer à travers le tout un fort courant de pile. L'iodure se décompose dans le premier et le troisième vase et reste intact dans le vase intermédiaire.

Cependant cette vue théorique n'est pas acceptée par tous les expérimentateurs. Un certain nombre d'entre eux veulent que la polarisation des tissus soit l'origine de modifications plus ou moins profondes. Il se passerait dans l'intérieur des tissus des phénomènes analogues à ceux qui naissent au contact direct des électrodes, mais ces phénomènes seraient moins intenses parce que le courant qui traverse les tissus possède une faible densité et n'éprouve au passage qu'une résistance relativement minime. Lorsque, sur le trajet

intra-organique la résistance vient à augmenter, l'action chimique redevient, en effet, sensible. C'est du moins ce que tend à prouver une expérience faite par Erb.

On applique les deux avant-bras l'un contre l'autre et on place les électrodes sur les faces externes qui se font opposition. Après avoir fait passer le courant de pile dans ces conditions pendant un certain temps, on constate une certaine rubéfaction à l'endroit où les deux avant-bras étaient en contact.

La double couche cutanée a créé une résistance au passage et l'action électrolytique est devenue manifeste à ce niveau.

Comme dans l'intérieur des tissus le courant rencontre forcément des résistances relatives, quelques physiciens comparent la masse des tissus à un électrolyte cloisonné, disposé d'une manière favorable aux décompositions électrolytiques.

E.-H. Weber et Tripier ont invoqué comme preuve de l'électrolyse des tissus l'action produite sur le goût. Lorsque le pôle positif est appliqué sur la langue on perçoit une saveur acide, tandis que l'application du pôle négatif développe une saveur alcaline. Tripier place alternativement l'électrode positive et l'électrode négative sur une des joues. La première fait naître une saveur acide, la seconde une saveur alcaline. L'auteur en conclut que la perturbation chimique se produit dans une sphère étendue. Le circuit étant fermé par l'application simultanée des deux électrodes sur les joues, la saveur perçue n'est plus ni acide ni alcaline, mais franchement métallique.

D'après J. Rosenthal il s'agirait simplement dans ces expériences d'une excitation des nerfs du goût. Il a fait remarquer que les sensations gustatives persis-

et que, par conséquent, elles ne peuvent être rapportées à l'action chimique due au passage du courant.

Enfin on invoque, comme preuve chimique, le résultat obtenu par Drechsel qui, en faisant agir des courants alternants sur une solution de carbonate d'ammoniaque, a constaté la production d'une certaine quantité d'urée.

Pour trancher la question débattue, il fallait donner une preuve directe de l'électrolyse interpolaire. Elle a été fournie par une expérience due à G. Weiss.

Ce physicien électrise une patte de grenouille avec un courant de 1 à 2 M.A. pendant cinq minutes. A la suite de cette séance, les muscles de la cuisse sont altérés et au bout de quelques jours l'on peut constater au microscope qu'ils présentent des lésions importantes. Si l'on se demande pourquoi les muscles restent intacts chez l'homme, on peut répondre qu'un courant de 1 M.A. pour une patte de grenouille représente un courant de plus d'un ampère pour la cuisse de l'homme qui est plus de mille fois plus volumineuse. Ce serait une question de densité de courant.

D'après ces faits on admet qu'après la galvanisation l'organisme abandonné à lui-même se trouve, en conséquence de la polarisation, chargé à la façon d'une pile secondaire. Danion a objecté à cette manière de voir l'impossibilité de démontrer physiquement, après l'électrisation, l'existence d'une force contre-électromotrice émanant des parties électrisées. Mais on peut faire remarquer que s'il y a polarisation, il faut de toute nécessité que le phénomène soit suivi d'une dépolarisation. S'il est impossible de mettre cette dernière en évidence, cela peut tenir aux conditions par-

effectivement marcher avec lenteur en raison de la résistance relative opposée par le milieu intra-organique, et le flux auquel elle donne lieu doit se diffuser sur un nombre considérable d'éléments anatomiques et rencontrer au niveau de la peau une résistance qui l'empêche d'être recueilli au dehors. En d'autres termes, il faut admettre la polarisation et la dépolarisation des tissus ou nier l'un et l'autre phénomène.

Il reste certainement encore bien des points à éclaircir relativement à cette importante question. Mais on peut dire, avec la presque unanimité des physiciens et des électrothérapeutes, que le travail chimique du courant de pile doit se retrouver et que, dans le cas présent, il est représenté presque intégralement par la polarisation des tissus.

Cataphorèse.

Le courant de pile détermine encore un autre phénomène physique intéressant, connu sous le nom d'*action cataphorique*. La cataphorèse consiste dans le transport, dans l'entraînement des liquides et des fines particules que ceux-ci tiennent en suspension. Vu pour la première fois par Porret, le transport des liquides a été étudié par Becquerel et par Wiedemann qui en ont fait connaître les lois. L'action d'entraînement également manifeste pour les corps solides a lieu, tantôt dans le sens inverse du courant, ainsi que l'on vu Jürgensen, tantôt dans le même sens, comme l'a montré Quincke. Les sels soumis à l'électrolyse sont eux-mêmes l'objet d'un entraînement.

G. Weiss démontre le transport des corps solides de la manière suivante. Un tube en U de 15 centimètres de long est rempli de gélatine solidifiée est placé à cheval sur deux vases contenant une solution d'éosine. On

et en moins d'une semaine la branche du tube en rapport avec le pôle négatif est entièrement colorée, tandis que du côté du pôle positif la gélatine présente une partie colorée d'à peine un centimètre. En répétant l'expérience avec du bleu de méthylène au lieu d'éosine, c'est la branche positive qui se colore ; l'entraînement a lieu cette fois dans le sens du courant, sans qu'on connaisse la cause de cette différence.

En raison de la petitesse des éléments anatomiques, de semblables faits peuvent avoir lieu dans l'intimité des tissus, sous l'influence du courant de pile.

Dans ces dernières années on a tenté d'utiliser les phénomènes d'électrolyse et d'entraînement pour faire pénétrer certains médicaments dans l'organisme. Cette question viendra à sa place à propos de la description des procédés d'électrisation.

Vous savez qu'une partie de l'énergie du courant est dépensée sous forme de production de chaleur. Celle-ci est à peu près nulle dans les points du circuit où la résistance est négligeable ; elle devient appréciable dans tous les points où cette résistance est notablement augmentée. Les électrodes s'échauffent donc au niveau de la peau. Mais dans les conditions ordinaires, avec des électrodes bien mouillées, l'échauffement en question n'est que 1° à 1°,4 pour des courants de 20 à 22 M.A. On n'a donc pas à tenir compte de ce genre d'effet.

Effet vésicant.

Plus tard nous verrons que l'effet thermique du courant est employé pour produire la galvanocaustie ; mais, dès à présent, je dois vous signaler les effets de rubéfaction et de vésication que déterminent les exci-

Boudet de Pâris a imaginé un petit instrument (fig. 85) connu sous le nom d'excitateur concentrique et composé d'un disque métallique entouré d'un anneau métallique représentant une surface égale. Ces deux parties, séparées par une petite rainure, sont montées sur une plaque d'ébonite et reliées l'une avec le pôle positif, l'autre avec le pôle négatif. L'excitateur étant appliqué sur la peau sèche, il suffit d'appuyer

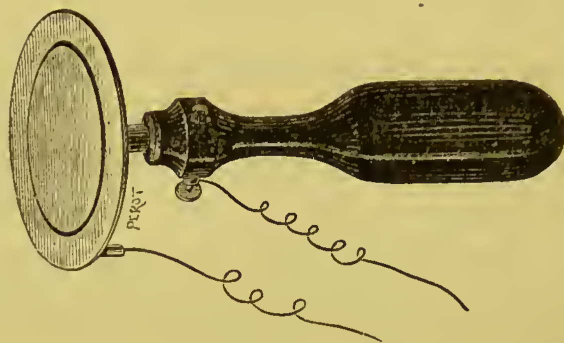


Fig. 85.

sur le bouton du manche pour faire passer le courant. Il se produit immédiatement une vive douleur ; la peau rougit, puis est vésiquée comme à la suite d'une application faite avec le marteau de Mayor. C'est un moyen révulsif très actif qui, d'après l'inventeur, serait une application de l'action thermique du courant. On a mis en doute cette interprétation et Bardet, entre autres, croit à une exagération de l'action chimique analogue à celle qui se produit lorsque la peau de chamois est perforée et laisse la partie métallique de l'électrode entrer directement en contact avec la surface cutanée.

Effets physiologiques proprement dits.

Indépendamment de ces effets physico-chimiques, le courant de pile est-il capable de mettre en jeu les propriétés spécifiques des éléments anatomiques ou de

On peut répondre en toute certitude par l'affirmative; mais en même temps il faut faire observer que la question ainsi posée est la plus obscure de toutes celles dont on s'occupe en électro-physiologie, la plus part des expérimentateurs ayant étudié les réaction-organiques en suivant un ordre anatomique ou physiologique sans se préoccuper d'une manière suffisante des conditions physiques dans lesquelles ils se sont placés pour interroger les différents organes. On a notamment confondu dans une description commune les effets se rapportant à l'action du flux continu et ceux qui sont le résultat du passage des ondes plus ou moins instantanées.

Or, je vous l'ai dit, on doit actuellement tâcher de séparer les deux ordres de faits, et pour le moment nous devons examiner exclusivement les phénomènes attribuables au passage du courant. Occupons-nous d'abord des réactions des muscles et des nerfs.

Lorsqu'on fait passer pendant un instant un courant de pile à travers le gastro-cnémien d'une grenouille on

Action sur les muscles.

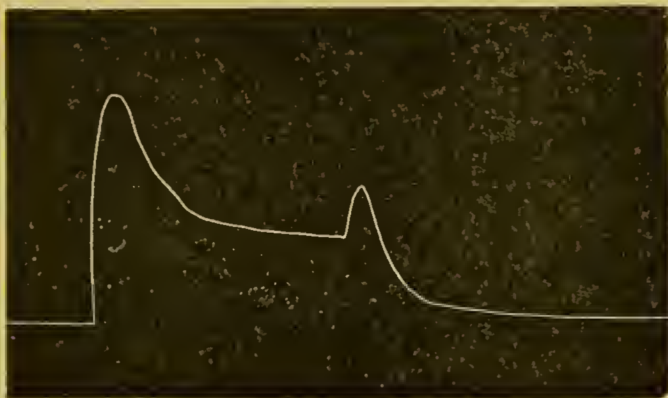


Fig. 86.

obtient (fig. 86) une contraction de fermeture, suivie d'une contraction de rupture, plus faible. Entre ces

deux contractions, le tracé indique que le raccourcissement du muscle a persisté pendant l'état permanent du courant. Ce phénomène est connu sous le nom de *raccourcissement* ou de *contraction galvanotonique*.

Après la rupture, la ligne de descente montre que le muscle reprend lentement sa longueur primitive par suite d'une sorte de résidu de contraction.

Sur le nerf moteur.

Au lieu d'opérer directement sur le muscle, si l'on agit sur un nerf avec une intensité de courant suffisante pour avoir une réaction de fermeture et de rup-

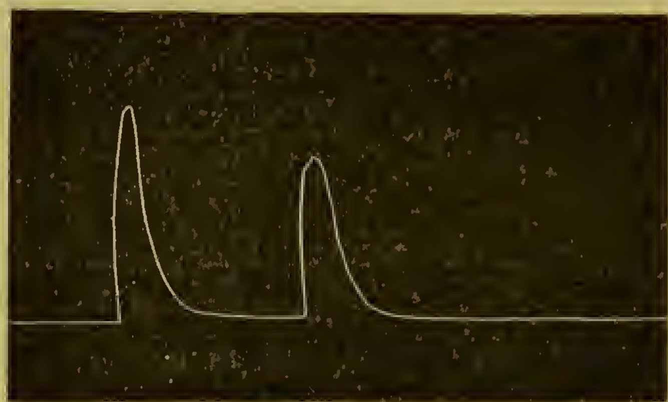


Fig. 87.

ture, on obtient un tracé sensiblement différent (fig. 87). Pendant l'état permanent, le muscle revient presque absolument à son état primitif.

Comment doit-on expliquer cette différence? La contraction permanente du muscle pendant le passage du courant dans le premier cas doit-elle être uniquement rapportée à un résidu de contraction qui ferait défaut dans le second? Pour résoudre la question, on opère sur une grenouille curarisée et, à l'aide d'un rhéostat, on lance à travers le muscle un courant qui, partant de zéro s'accroît très lentement, pour diminuer de même. On voit alors se produire un raccourcissement galvanotonique qui augmente peu à peu avec

l'intensité du courant et ...
que le courant s'affaiblit. On a supprimé ainsi les contractions dues à l'état variable.

La même expérience instituée sur le nerf ne fournit aucune réaction musculaire.

On peut en conclure que le flux permanent, sans variations brusques, agit sur le muscle, mais qu'il est impropre à provoquer une contraction par excitation du nerf.

On peut observer quelque chose d'analogue dans la galvanisation chez l'homme. Lorsque le courant de pile acquiert une certaine intensité, les muscles tendent à se tétaniser, bien qu'il n'y ait pas de variations brusques dans l'intensité du courant. Ce résultat ne s'observe qu'avec des courants assez forts qui seraient difficilement tolérés; il ne se produit donc pas dans les conditions ordinaires. A cet égard le pôle négatif est plus actif que le positif. En tout cas la tétanisation par contraction galvanotonique n'a jamais l'étendue et l'énergie du tétanos produit par les ondes à succession rapide.

Action électrotonique.

Bien que le courant continu soit impropre à provoquer la contraction indirecte du muscle, c'est-à-dire par l'excitation du nerf, il n'en exerce pas moins une influence importante sur les propriétés physiologiques du nerf qu'il traverse.

Le phénomène en question, reconnu par Du Bois-Reymond, a été désigné en Allemagne sous le nom d'*action électrotonique*. Il a joué un rôle très important dans les diverses théories émises relativement à l'excitation électrique.

En se limitant au simple exposé des faits, on doit comprendre sous le nom d'action électrotonique :

1° des manifestations marquant une modification de l'excitabilité propre du nerf; 2° des manifestations électriques.

On doit à Pflüger une étude devenue classique de ces diverses manifestations; contentons-nous d'énoncer les faits principaux, relevés par ce physiologiste et vérifiés depuis, un grand nombre de fois.

Le passage du courant de pile à travers un nerf a pour conséquence un changement dans la manière dont ce nerf répond à l'action des excitants. Cette modification se produit immédiatement dès le passage du courant.

Elle se fait sentir dans toute l'étendue du nerf, mais principalement au voisinage des pôles.

Au niveau du pôle négatif et dans son voisinage, au-dessus et au-dessous, l'excitabilité du nerf est augmentée.

Le phénomène est désigné sous le nom de catélectrotonus (du mot cathode, qui sert à désigner le pôle négatif).

Au pôle positif et dans son voisinage, au-dessus et au-dessous, l'excitabilité du nerf, au contraire, diminue, ce qui constitue l'anélectrotonus (du mot anode).

Entre les deux pôles existe une zone indifférente où les propriétés physiologiques ne subissent aucune modification.

Les effets produits par le passage du courant sont proportionnels à la durée et à l'intensité de ce courant et ils persistent un certain temps après sa cessation. Toutefois, tous les observateurs ne sont pas d'accord sur ce dernier point; d'après quelques-uns d'entre eux les phénomènes produits seraient instantanés, ils apparaîtraient et disparaîtraient avec le courant.

lations, une modification dans la conductibilité nerveuse pour les excitations venant d'un autre point du nerf. Les résultats obtenus par les divers observateurs ont toutefois été contradictoires. En reprenant l'étude de cette question, Hermann a reconnu que, parallèlement aux modifications dans les propriétés physiologiques des nerfs qui se produisent pendant le passage du courant, le nerf électrisé est le siège de manifestations électriques attribuables à la polarisation.

Les électriciens français, d'Arsonval, Boudet de Pâris, rattachent également à la polarisation des tissus les phénomènes dits électrotoniques. Cependant cette question déjà si discutée ne peut pas être encore considérée comme définitivement tranchée.

Les nerfs ne sont pas les seuls organes dont les propriétés physiologiques sont influencées par le passage du courant de pile.

Des phénomènes analogues à ceux que nous venons de décrire se montrent également au niveau des muscles, mais ils exigent, pour devenir sensibles, une plus longue durée dans le passage du courant.

Les nerfs sensibles de la peau présentent, après l'électrisation, une augmentation de leur excitabilité. Lorsqu'après une galvanisation de quelques minutes, faite avec une certaine intensité de courant, on intervertit graduellement, sans aucune secousse, le sens de ce courant, le malade ressent une douleur vive et peut à peine supporter un courant d'un quart ou d'un tiers plus faible que le premier. Ce n'est qu'au bout de plusieurs minutes qu'il est possible d'atteindre de nouveau la même intensité de courant.

On peut en conclure que la polarisation produite

au moment où l'on en fait changer le sens.

Nous rapprocherons de ces observations celles qui sont relatives à l'action dite défatigante, exercée par le courant continu.

Quand, à la suite d'excitations répétées, le muscle d'un animal ne se contracte plus que mollement, quand en un mot il est fatigué, on peut, ainsi que l'a montré Heidenhain faire reparaître l'excitabilité primitive de l'organe en le faisant traverser pendant quelques instants par un courant galvanique.

Il est nécessaire, pour défatiguer le muscle, d'employer un courant inverse du premier, c'est-à-dire de le dépolariser. De Cyon a fait voir que l'effet s'observe dans les muscles de l'homme vivant. Poore a reconnu également que les muscles de l'homme épuisés par un exercice soutenu, peuvent être ranimés à l'aide de la galvanisation.

Le courant continu exerce encore un grand nombre d'effets excitants, mais moins nettement dégagés parce qu'ils ont été observés dans des conditions plus ou moins complexes.

Muscles lisses.

Il paraît agir avec électivité sur les muscles lisses soit directement, soit peut-être plutôt par l'intermédiaire des moteurs sympathiques, et cette propriété a été mise à contribution en thérapeutique.

Nerfs vaso-moteurs.

Le courant de pile est d'ailleurs un excitant de tous les nerfs du grand sympathique et particulièrement des nerfs vaso-moteurs.

Les modifications dans la circulation déterminées par le courant galvanique ont été reconnues par Remak qui employait les courants dits labiles. Depuis elles ont été observées également à la suite des applications du

courant continu. Elles expliquent en partie les effets trophiques produits par ce mode d'électrisation.

Sens spéciaux.

Les sens spéciaux sont également très sensibles à l'action du courant de pile ; mais il est impossible, ici, de séparer les effets dus au passage du courant de ceux qui sont déterminés par les variations brusques produites par la discontinuité du courant.

On peut faire la même remarque touchant les phénomènes observés du côté des sécrétions. Cependant il semble bien établi que les courants continus peuvent activer la plupart des sécrétions.

Encéphale.

Le cerveau est fortement influencé par le passage du courant continu. Mais, ici encore, les faits qui ont été observés chez l'homme sont d'une interprétation difficile, en raison de leur complexité.

En effet, en électrisant l'encéphale, on excite en même temps les nerfs sensoriels (de la vue, du goût, plus rarement de l'ouïe) et divers nerfs vaso-moteurs, dont la mise en action peut troubler la circulation cérébrale.

Les phénomènes caractéristiques du retentissement sur le cerveau consistent dans l'apparition de vertiges, accompagnés d'une sensation de malaise cérébral et de troubles de la conscience et parfois aussi d'une sensation de déplacement des objets extérieurs. Lorsque les courants employés sont suffisamment intenses, il survient, ainsi que l'a montré Hitzig, des mouvements associés des yeux, des oscillations du corps et des étourdissements. On a noté aussi, dans ces conditions, des vomissements, de la pâleur de la face, de la somnolence et des syncopes. D'après quelques observateurs, le courant continu serait encore capable de provoquer des symptômes de congestion cérébrale, des convulsions

éclamptiques et même des hémorragies du cerveau. Feinberg a observé des modifications de la température, liées sans doute aux troubles vaso-moteurs.

Habituellement le vertige est évité quand l'électrisation est pratiquée parallèlement à la suture sagittale, c'est-à-dire d'une tempe à l'autre. Les oscillations du corps ne se montrent guère que dans les cas où l'on fait des interruptions. Mentionnons encore la possibilité de voir survenir de la cécité immédiatement après la galvanisation de la tête, ainsi que Duchenne en a signalé un exemple.

Moelle épinière.

La moelle épinière paraît être également impressionnée par le passage du courant continu. Mais, ici encore, les conditions de l'observation sont très complexes, car il est difficile de faire la part des phénomènes dus à l'excitation des vaisseaux et des racines nerveuses et de les distinguer de ceux qui doivent être rapportés à celle du tissu propre de la moelle que beaucoup de physiologistes considèrent comme incapable de répondre à l'excitant électrique.

Quoi qu'il en soit de ces obscurités au point de vue physiologique, il n'en est pas moins certain que l'électrisation des centres nerveux (cerveau et moelle épinière) produit chez les malades des actions thérapeutiques.

Nutrition.

Il semblerait, d'après cet ensemble de faits, que le courant continu dût exercer une action notable sur la nutrition générale. Et cependant, les recherches poursuivies par d'Arsonval relativement à l'influence des divers modes d'électrisation sur les combustions respiratoires ont abouti pour le courant continu à des résultats négatifs. Dans les expériences de cet auteur, faites tant sur l'homme que sur les animaux, les produits de la respiration ont été analysés soit immédia-

rante-huit heures après.

Il serait intéressant de reprendre cette étude et de vérifier les résultats annoncés par d'Arsonval, en faisant, d'autre part, des recherches sur les modifications qui peuvent se produire du côté des urines.

Les principaux faits relatifs à l'action du courant de pile peuvent être, dans l'état actuel de nos connaissances, résumés de la manière suivante :

Résumé.

Le courant de pile pénètre dans la profondeur des tissus et s'irradie dans une étendue qui dépend de l'intensité du courant et des conditions physiques dans lesquelles on opère.

Sur tout ce trajet les phénomènes produits sont sous la dépendance de la densité du flux qui atteint les différents organes et en raison de l'excitabilité propre de ces organes. Mais en même temps que certaines réactions spécifiques tendent à être mises en œuvre, il se produit une action commune sur tous les tissus par polarisation moléculaire électrolytique.

Ce travail physico-chimique ébranle pour ainsi dire toutes les molécules organiques et il est suivi par dépolarisation d'un autre travail moléculaire.

Ce sont ces effets d'ordre chimique qui constituent probablement l'action principale et particulière de la galvanisation continue. Si ceux qui l'ont mise en doute étaient dans la vérité, les indications thérapeutiques de ce mode d'électrisation seraient considérablement réduites.

Elle est d'ailleurs admise par la plupart des physiciens, et les praticiens s'accordent à reconnaître que c'est au courant de pile qu'on doit donner la préférence lorsqu'il s'agit de modifier une lésion matérielle.

Une des conséquences probables de cette action physico-chimique consiste dans les modifications des propriétés des nerfs et à un moindre degré des muscles, répondant aux phénomènes connus sous le nom d'action électrotonique.

Le courant de pile est un excitant du système nerveux sensitif et peut, par cette voie, déterminer des actes réflexes. C'est un excitant du système nerveux grand sympathique et sans doute aussi des fibres lisses et des organes glandulaires.

Il peut, par ces divers moyens, déterminer des modifications vasculaires et sécrétoires qui prennent une large part dans les effets trophiques qu'on lui accorde.

Aussi est-il indiqué d'y avoir recours dans les cas où nous voulons agir sur les organes de la vie dite végétative.

Enfin, le courant de pile modifie directement ou indirectement le système nerveux central (cerveau et moelle épinière) et exerce sur ces organes des effets d'excitation ou, au contraire, de dépression, suivant les circonstances pathologiques et aussi suivant son mode d'application.

En un mot il est incontestable que l'on possède en lui un agent thérapeutique des plus puissants.

VINGTIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

II. Électro-physiologie. — B. *Phénomènes produits par l'état variable.* — a. *Galvanisation discontinue ou interrompue ;* excitation des nerfs moteurs ; loi des secousses ; excitation unipolaire ; mode d'exploration des nerfs moteurs au point de vue du diagnostic ; réaction des muscles.

Messieurs,

Mode variable.

Après avoir fait l'étude physiologique du mode permanent, nous devons nous occuper des effets produits sur l'organisme par les flux temporaires ou ondes électriques. Nous aurons à distinguer les ondes uniques et les ondes périodiques.

Les questions relatives aux conditions physiques réalisées à l'aide de ces modes d'excitation, les données physiologiques qui s'y rapportent, sont encore actuellement l'objet de discussions théoriques. Il nous faudra surtout prendre connaissance des faits bien établis, sans nous préoccuper pour le moment des explications qu'on en peut donner.

Pratiquement on emploie, pour exciter à l'aide d'ondes électriques, la galvanisation discontinue, les décharges du condensateur à feuilles d'étain, les courants d'induction, les décharges statiques. Nous compléterons notre exposé en résumant brièvement les données

les courants alternatifs sinusoïdaux.

La galvanisation discontinue ou interrompue provoque les effets du courant de pile et, de plus, ceux que l'état variable exerce sur les nerfs et les muscles.

En opérant comme on le fait d'habitude, à l'aide des batteries médicales ou des appareils pratiques d'induction, les conditions physiques sont complexes et peut-être encore insuffisamment précisées. C'est cependant dans ces conditions qu'on emploie le plus souvent les ondes électriques, non seulement pour obtenir un effet thérapeutique, mais aussi pour interroger l'état des nerfs et des muscles dans un but de diagnostic. Retenez surtout qu'avec le courant de pile, principalement, l'action produite est le résultat à la fois des effets de l'état permanent et de ceux des variations.

Dans la pratique, le temps pendant lequel le courant passe à travers les organes est toujours beaucoup plus considérable que le temps pris par les variations de fermeture et de rupture. Or, nous venons de voir que le passage du courant, l'état permanent, détermine des modifications dans les propriétés physiologiques des muscles et des nerfs, en rapport avec l'intensité du courant, la durée de son application, la profondeur de l'organe. Nous devons donc nous attendre à obtenir des résultats assez variables, en raison même de cette variabilité dans les conditions d'observation. La plupart des électriciens admettant aujourd'hui que l'état permanent entraîne une polarisation des tissus, on peut dire, d'une manière générale, que les effets des variations que nous allons énoncer se compliquent des modifications produites par la polarisation des tissus.

En réalité, nous nous trouvons [...] d'observations empiriques, dont l'interprétation est encore très obscure, et qu'il importe cependant de connaître, en raison des services pratiques qu'elles rendent journellement.

Réaction des nerfs moteurs.

Abordons tout d'abord les faits relatifs à l'excitation des nerfs moteurs.

Les physiologistes qui ont étudié cette question sur des animaux mutilés ont employé tantôt la méthode bipolaire, tantôt la méthode polaire.

Bien qu'actuellement on ne se serve plus, dans la pratique, que de la méthode polaire, je crois devoir vous rappeler les résultats que Pflüger a obtenus en employant la méthode bipolaire. Ils sont connus sous le nom de loi des secousses.

Nous les représentons sous la forme suivante :

		C.D.		C.A.	
		+ | ⟶ | − (muscle)		− | ⟵ | + (muscle)	
I. Courant faible..	F	c		F	C
	O	*o*		O	*o*
II. — moyen.	F	C		F	C
	O	C		O	C
III. — fort....	F	C″—T*e*		F	*o*
	O	*o*		O	C

On voit que les résultats obtenus varient avec l'intensité du courant et avec sa direction (1).

La plupart d'entre eux sont aisés à comprendre, si

(1) C. D. et C. A. indiquent courant descendant et courant ascendant, F et O, les fermetures et les ouvertures, c, une faible contraction musculaire, C, une contraction nette, C′, C″ des contractions de plus en plus fortes et T*e*, le tétanos. On voit donc qu'avec le courant faible on obtient — lorsqu'il est descendant — une faible contraction de fermeture et — lorsqu'il est ascendant — une contraction nette de fermeture, etc.

tient compte de la différence entre la variation d'ouverture et celle de fermeture et de la proposition suivante :

L'excitation est plus forte dans le point par où le courant sort que dans celui par où il entre, loi qui paraît être le corollaire de l'action dite électrotonique.

Vous vous rappelez, en effet, qu'au moment de la fermeture du circuit, s'ajoute à l'établissement d'un courant d'une certaine intensité, l'effet de la chute de potentiel (différence entre le potentiel à circuit ouvert et à circuit fermé), tandis qu'à la rupture on a simplement la cessation du courant.

Néanmoins en cherchant, à l'aide de ces données, à interpréter les faits expérimentaux consignés dans le tableau, quelques-uns des résultats sont tels qu'il y a place pour diverses explications théoriques.

Les lois de l'excitation unipolaire ont été étudiées par Chauveau, à l'aide d'expériences qui remontent à 1859. A la même époque, Baierlacher s'occupait aussi de cette même question.

Un peu plus tard, la méthode unipolaire fut appliquée au diagnostic et au traitement des maladies du système neuro-musculaire par Brenner, dont les études furent complétées par Filehne, Erb, de Watteville, etc.

Chauveau plaçait les animaux ou l'homme dans un bain pour bien isoler le pôle actif et il disposait les résultats qu'il obtenait sous la forme de courbes. Il a ainsi constaté, pour les excitations de fermeture, qu'il existe une valeur électrique, en général modérée, avec laquelle on obtient aux deux pôles des contractions égales en grandeur et en durée. Au-dessus de cette intensité de courant, le pôle négatif est plus actif; au-dessous, le positif est plus actif.

pôle positif augmente avec l'intensité du courant, souvent d'une manière régulière, représentée dans les constructions graphiques par une ligne droite oblique, plus ou moins ascendante; d'autres fois, par une ligne plus ou moins courbe. L'action du pôle négatif augmente d'abord avec l'intensité du courant, puis plus lentement ou reste stationnaire, parfois aussi décroît légèrement.

On a ainsi :

$$NF > PF$$
puis : $$NF = PF$$
puis : $$NF < PF$$

Les excitations dues à la rupture du courant donnent des résultats inverses (1).

Le pôle négatif n'a qu'une faible aptitude à provoquer des contractions d'ouverture ; on n'observe donc avec un courant moyennement fort que POC, plus tard l'action des deux pôles devient égale, puis l'action du négatif s'accroît au fur et à mesure que celle du positif s'affaiblit.

On obtient :

$$NO < PO$$
$$NO = PO$$
$$NO > PO$$

Les observations de Chauveau ont été confirmées par divers auteurs et complétées, sur certains points, par Boudet de Pâris.

En Allemagne, pour obtenir chez l'homme l'excitation unipolaire, on applique une large électrode, dite

(1) PF, PO signifient réaction de fermeture et réaction d'ouverture au positif; on aurait pu mettre PFC, POC, etc. ; ce qui a été fait plus loin dans les tableaux où il était utile de noter l'intensité plus ou moins grande de la réaction.

colonne vertébrale. On peut également faire plonger un des membres inférieurs jusqu'à mi-jambe dans un baquet d'eau tiède. Pour obtenir des résultats comparables entre eux, il est nécessaire de les relever tous dans des conditions toujours les mêmes.

Le pôle, dit actif, est représenté par un tampon qui est placé dans le voisinage immédiat du nerf, par exemple au-dessus de l'épitrochlée, pour l'excitation du cubital au coude.

Helmholtz admet que cette disposition réalise des conditions physiques analogues à celles de l'excitation bipolaire.

En jetant les yeux sur le schéma (fig. 88), on voit qu'il se forme, sur le trajet parcouru par le courant,

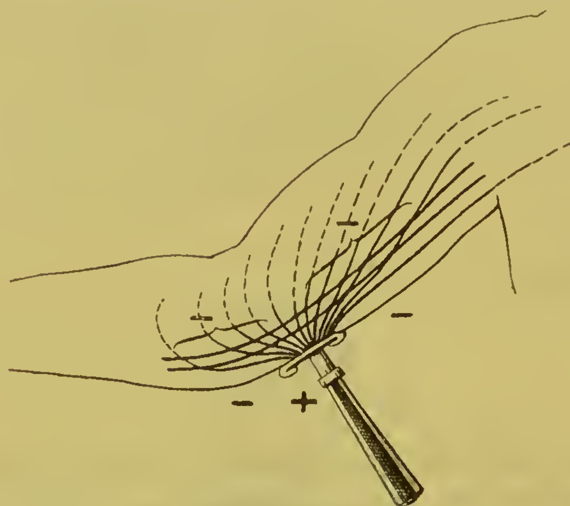


Fig. 88 (d'après Erb).

des sortes de pôles qu'Erb a désignés sous le nom de pôles virtuels.

Dans le présent cas, pour un pôle positif, on a deux pôles négatifs virtuels, c'est-à-dire deux segments au niveau desquels le courant sort du nerf avec une certaine densité.

L'action prédominante du pôle appliqué à une petite distance du nerf est affaire de densité.

Les résultats obtenus chez l'homme par Brenner, dans des conditions de ce genre, ont été vérifiés par Erb.

Je dois vous en présenter un résumé.

Tout d'abord on remarque que le pôle négatif donne surtout des secousses de fermeture, le pôle positif des secousses d'ouverture.

Cette loi générale est conforme avec la loi des secousses de Pflüger, lorsqu'on tient compte des pôles dits virtuels et elle s'accorde avec celle de Chauveau.

L'action du pôle négatif est beaucoup plus marquée que celle du pôle positif. Lorsqu'on emploie ce pôle, les secousses sont brusques, instantanées jusqu'à ce que surviennent les contractures.

Le premier effet obtenu est donc NFC.

Il est nécessaire, pour avoir les autres effets, d'augmenter l'intensité du courant.

Erb admet, suivant l'intensité du courant, les trois degrés successifs suivants :

Degrés.	Résultats produits.
1er degré (courant faible)............	NFC
2e — (courant moyen).........	NFC' — PFC — POC
3e — (courant fort)............	NFT*e* — PFC' — POC'' — NOC

Les variations qu'on peut observer chez l'homme doivent être rapportées à la situation plus ou moins profonde des nerfs.

En augmentant encore l'intensité du courant, on devrait voir survenir POT*e*. On ne peut obtenir ce résultat chez l'homme sain.

Pour un même nerf, les conditions physiques de l'exploration restant toujours aussi identiques que possibles, les résultats obtenus sont constants.

Ces résultats peuvent donc servir de guide pour le diagnostic.

Dans les tableaux qu'Erb a dressés, l'intensité des courants employés n'est pas notée en milliampères.

Je vous présente un tableau du même genre, qui résume plusieurs explorations faites sur le nerf cubital de l'homme à l'aide d'un courant d'intensité croissante, mesurée en milliampères :

	Intensité.	P. négatif.	P. positif.	P. après polarisation.
I.	4 à 5	NFc ou c'		
	6	NFC	PFc	POc
II.	9 à 10	NFC'	PFc'	POc'
	12 à 13	NFC''	PFc' POc	POc'
III.	14 à 15	NFTe	PFc'	POC
		NOc	POc'	PFC
	18 à 20	NFTe	PFC	POC'
		NOc'	POC	PFC

Au-dessus de 20 M.A. (intensité qu'il est difficile de faire supporter) POC>PFC jusqu'à 25 milliampères.

Règles à suivre.

Erb a fait remarquer avec raison que l'exploration d'un nerf, faite dans un but de diagnostic, doit être pratiquée d'après une méthode fixe, invariable. Il procède de la manière suivante :

On commence par le pôle négatif avec un courant d'intensité faible et on détermine trois fois de suite la valeur qui fournit NFC. On augmente ensuite l'intensité du courant jusqu'à ce qu'on parvienne à produire NOC. Cela fait on change de pôle et on recherche PFC et POC.

Quand on veut obtenir la contraction d'ouverture avec le positif, on a soin de laisser passer le courant pendant un certain temps, de manière à accroître l'excitabilité du nerf. L'intensité du courant doit être

augmentée progressivement jusqu'à ce que survienne une contraction tétanique.

Normalement à la secousse simple C (qui est marquée *c* quand elle est très faible) succèdent des contractions de plus en plus fortes qui peuvent être notées CC″C‴.

Les conditions d'exploration sont particulièrement favorables lorsqu'il est possible de faire sur le même sujet, l'examen du côté sain comparativement à celui qui est malade.

J'emploie un procédé sensiblement différent.

Je commence également par placer le pôle N sur le nerf, ce pôle donnant toujours la première réaction, et après avoir répété deux ou trois fois, pour une faible intensité de courant, les excitations de fermeture et d'ouverture, dont les résultats sont notés, je renverse le courant et j'interroge le pôle P avec la même intensité de courant.

Ce n'est qu'après cette interrogation successive des deux pôles pour une même intensité et pour les fermetures et ouvertures, que j'augmente l'intensité du courant ; puis je recommence la manœuvre avec le négatif d'abord, le positif ensuite, et ainsi de suite.

Ce renversement du courant me semble mettre plus à l'abri des effets de polarisation que le procédé d'Erb.

Les résultats consignés dans la dernière colonne sont ceux qu'on obtient quand la rupture est opérée après une galvanisation du nerf d'une certaine durée.

Réaction des muscles.

Vous savez que les muscles sont doués de contractilité et que cette propriété leur appartient en propre.

Mais, à l'état normal, on ne peut exciter les muscles sans agir en même temps sur les nerfs. L'action excitante de l'électricité porte donc sur un tissu complexe

et l'effet qui en résulte est, en quelque sorte, une résultante. Aussi, dans certains cas pathologiques, lorsque les nerfs sont altérés, observe-t-on des modifications dans les réactions musculaires.

La plupart des physiologistes, parmi lesquels je citerai von Bezold, Engelmann, Hering, Biedermann, admettent pour les excitations des muscles une loi analogue à celle qui concerne les excitations des nerfs moteurs. D'après Wundt, cette loi ne se vérifierait que lorsque l'excitation électrique est appliquée à la partie supérieure du muscle ; elle cesserait d'être exacte quand toute la longueur du muscle est comprise dans le courant.

Les faits observés chez l'homme ou chez l'animal non mutilé sont distincts suivant que l'excitation est bipolaire ou unipolaire.

En pratiquant l'excitation bipolaire à l'aide des tampons placés en dehors des points de pénétration des nerfs moteurs, on obtient une contraction limitée aux parties comprises entre les deux pôles et aux parties voisines. La variation de fermeture est seule active ; la contraction à la rupture manque ou est très exceptionnelle. Les secousses musculaires sont moins brusques que celles qui résultent de l'excitation du nerf.

Dans le cas d'excitation unipolaire, la réaction NFC n'est pas beaucoup plus intense que PFC, résultat qui serait la conséquence, d'après Hering, des conditions anatomiques présentées par les muscles. Il se formerait, surtout lorsqu'on opère sur de grosses masses musculaires, des pôles virtuels multiples qui empêcheraient le pôle dit actif de posséder une supériorité marquée d'action.

Il importe de rappeler que le muscle reste tétanisé,

pendant le passage du courant et que cette particularité peut rendre moins sensible l'effet de rupture ; toutefois, en opérant sur l'animal et en prenant des tracés, il est facile de démontrer, en commençant par provoquer une variation d'ouverture, que l'effet de fermeture l'emporte.

Après divers physiologistes, Wundt et Boudet de Pâris, en étudiant comparativement les effets de l'excitation directe et ceux de l'excitation indirecte du muscle, ont établi qu'à intensité égale, les excitations galvaniques n'agissent pas de la même manière sur le nerf et sur le muscle.

Une excitation incapable de produire le tétanos par l'intermédiaire du nerf, peut déterminer, lorsqu'elle est appliquée sur le muscle, le raccourcissement tétanique ou contraction galvanotonique. A cet égard les deux pôles se montrent également actifs.

Nous aurons plus tard à revenir sur les causes probables de ces différences dans les réactions musculaires et nerveuses.

L'excitation unipolaire des muscles sains chez l'homme m'a donné des résultats que je vous présente sous la forme d'un tableau :

Intensité (M.A.).	P. négatif.	P. positif.
5 à 6	NFC	PF*c*
8 à 10	NFC′	PFc′
12 à 15	NFC′	PFC
		PO*c*

VINGT ET UNIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

II. Électro-physiologie (*suite*). — a. *Galvanisation discontinue* (*suite*) : réaction des nerfs sensibles et des nerfs spéciaux ; réaction des nerfs sécréteurs, des nerfs vaso-moteurs, du cœur, du nerf phrénique, de l'estomac, de l'intestin, de l'urèthre, de la vessie, de l'utérus. b. *Phénomènes produits par les courants induits* : excitation faradique des nerfs moteurs, des muscles, des nerfs sensibles.

Messieurs,

Réaction des nerfs sensibles.

On admet généralement, avec Pflüger, que les réactions des nerfs sensibles obéissent aux mêmes lois que celles qui régissent les nerfs moteurs. Je n'indiquerai à cet égard que les résultats obtenus chez l'homme.

La première réaction observée est celle que provoque le pôle négatif au moment de l'établissement du courant. On a donc tout d'abord NFS. La sensation représentée par S est courte et semblable à un picotement.

Lorsque le courant devient plus fort, cette sensation est plus accentuée, plus persistante, mais locale et excentrique. Elle disparaît peu à peu pendant le passage du courant.

Il faut augmenter encore l'intensité du courant pour déterminer POS qui procure une sensation rapide, puis PFS, se traduisant par une sensation légère, mais persistante pendant le passage du courant.

Avec les courants intenses, lorsqu'après avoir obtenu

ait disparu, NOS donne une sensation faible, mais nette. Pendant toute la durée de l'épreuve, le patient éprouve de la brûlure au niveau de l'électrode.

Vous voyez que pour les nerfs sensibles, de même que pour les nerfs moteurs, le pôle négatif détermine surtout des réactions de fermeture ; que le pôle positif, au contraire, donne lieu à des réactions de rupture, et que le pôle négatif est, ici encore, le plus actif.

Les nerfs de sensibilité spéciale sont très impressionnables au courant de pile. Nous possédons sur ce point des expériences dont beaucoup ont été faites par divers physiologistes sur eux-mêmes.

Les yeux sont particulièrement sensibles, ce qui explique l'apparition des sensations lumineuses et des éclairs qui surviennent, nous l'avons vu, sous l'influence des courants dérivés à l'occasion de l'électrisation du cou ou même de la poitrine. Vue.

Les premiers observateurs, Volta, Ritter, Helmholtz, ont décrit les effets des courants galvaniques sans tenir compte de l'action polaire, sans distinguer les effets de l'état permanent, de ceux qui doivent être rapportés à l'état variable.

On doit à Brenner (1862) l'énoncé des lois concernant les phénomènes produits par l'excitation polaire.

Cet observateur a reconnu que chaque interruption du courant (O et F) provoque une sensation lumineuse brusque, fulgurante, s'accompagnant de la production d'une lueur rapide comme l'éclair, mais de coloration variable suivant le pôle utilisé.

Avec NF	rougeâtre ou jaune pâle.
— NO	bleuâtre ou bleue.
— PF	» »
— PO	rougeâtre ou jaune pâle.

L'emploi de courants intenses fait naître dans le champ visuel une figure brillante, affectant la forme d'un parallélogramme ou d'un polygone, entourée d'une auréole pâle, de couleur variable également, suivant le pôle actif et la nature de la variation (O ou F). Mais les effets de coloration sont différents suivant les sujets : la lueur présente toujours la même teinte chez la même personne, mais elle varie d'une personne à l'autre.

Ces phénomènes lumineux résultent de l'excitation de la rétine ou du nerf optique sans qu'on en puisse localiser le siège d'une manière plus précise. Pour les obtenir, l'électrode inactive est appliquée sur la nuque ou sur le sternum, l'électrode active sur la paupière fermée ou sur la tempe. Le sujet doit être placé dans une chambre obscure.

Nerf acoustique.

Ce sont encore les observations de Brenner qui ont fait connaître la loi de l'excitation du nerf acoustique. Ce nerf paraît se comporter à la façon d'un nerf moteur. En effet, le pôle négatif manifeste encore ici sa supériorité d'action sur le pôle positif et donne surtout lieu à des effets de fermeture, tandis que le positif agit surtout au moment de la rupture.

Les courants de moyenne intensité donnent NF*Au*; lorsqu'ils sont plus forts, on obtient NF*Au'* (*Au'* représentant une sensation plus intense).

Pour obtenir PO*Au*, Erb donne le conseil de laisser passer le courant pendant un certain temps avant de pratiquer une rupture, de manière à polariser le nerf.

Le plus ordinairement, à l'état sain, la sensation provoquée est comparée par les personnes soumises à l'examen, à un sifflement, à un bourdonnement ou à un bouillonnement, quand les courants sont d'intensité moyenne ; les courants forts produisent, dans les mêmes conditions, un son plus intense, plus musical.

Autrefois, pour pratiquer l'exploration électrique de l'ouïe, on introduisait un excitateur spécial dans le conduit auditif externe. Cette méthode pénible a été abandonnée à partir du moment où Erb a montré que les résultats obtenus sont sensiblement les mêmes, lorsque le petit tampon excitateur est appliqué fortement sur le tragus, l'autre électrode étant maintenue à la nuque.

J'ai déjà eu l'occasion de vous mentionner la grande excitabilité des nerfs du goût. Nous n'avons pas à y revenir.

Odorat.

Les réactions du nerf olfactif, qui étaient restées peu connues, ont été étudiées récemment par Aronsohn sous la direction d'E. Remak. Pour les obtenir, cet observateur remplit les cavités nasales avec une faible solution saline portée à la température de 38°, et il introduit dans le nez une électrode olivaire, tandis qu'une large électrode est maintenue sur le front. Les effets produits sont analogues à ceux que Brenner a notés du côté de l'acoustique. Les sujets éprouvent avec NF et PO des sensations spécifiques, mais ne rappellant pas, comme cela a été dit, une odeur phosphorée.

Des courants très faibles de 0,1 à 0,2 M.A. suffisent pour provoquer ces sensations.

Nerfs sécréteurs

Les effets déterminés par l'excitation des nerfs sécréteurs ont été peu étudiés chez l'homme. Cependant il est

discontinue peut augmenter, soit par action directe, soit par action réflexe, l'activité des diverses sécrétions. Il est possible, par exemple, de provoquer une sécrétion salivaire abondante à l'aide de la galvanisation continue ou discontinue de la région parotidienne.

Chez une femme âgée, convalescente d'une affection gastro-intestinale et conservant une sécheresse considérable de la langue et de la bouche, j'ai pu ainsi ramener l'humidité buccale.

D'après les expériences qui ont été faites sur les animaux, les effets de la galvanisation de la région parotidienne peuvent être rapportés, en partie, à l'excitation de la corde du tympan. Chez l'homme, il y a peut-être lieu d'invoquer surtout une action réflexe, par l'entremise des nerfs gustatifs, dont l'excitabilité est considérable.

Vaso-moteurs. Galvanisation faite au cou.

Un grand nombre d'expériences, faites sur les animaux, ont fait voir que l'électrisation du grand sympathique cervical détermine des effets vaso-moteurs importants. Mais, dans la presque totalité de ces expériences, on a fait usage du courant induit. On ne peut donc rien en inférer relativement aux phénomènes que peut provoquer chez l'homme la galvanisation du grand sympathique au niveau du cou, procédé dont on s'est activement occupé depuis quelques années. D'ailleurs il est impossible, avec ce mode d'électrisation, de limiter l'action du courant à l'excitation du sympathique seul; on excite en même temps le nerf vague, le plexus brachial et on provoque certainement aussi des actions réflexes.

Dans des expériences faites par G. Fischer, sur des chevaux et des chats, la galvanisation du sympathique

a déterminé des modifications de la circulation cérébrale. Ces effets peuvent être rapportés aussi bien à l'excitation centripète du nerf vague et des nerfs cutanés sensibles qu'à celle du sympatique cervical.

Chez l'homme, les phénomènes observés sont très complexes. On a obtenu des réactions pupillaires diverses, des troubles de la circulation du fond de l'œil, troubles qui se sont traduits tantôt par de l'hyperémie, tantôt par de l'anémie.

Beard, Eulenburg, Schmidt ont noté un abaissement de la pression artérielle, une diminution du nombre des pulsations, et par suite des modifications correspondantes dans le tracé sphygmographique. Ces effets sont probablement la conséquence de l'excitation du vague. Le même mode d'électrisation peut encore déterminer, d'après M. Meyer, une élévation thermique se montrant habituellement dans le bras correspondant, et une excitation de la sueur, visible à l'extrémité des doigts et dans la paume de la main. Adamkiewicz a, vous vous en souvenez, obtenu des effets sudoraux analogues, en excitant les nerfs cérébro-spinaux.

Notons encore, parmi les résultats de l'électrisation du cou, la somnolence, les vertiges, et divers troubles de la circulation périphérique ou centrale.

On s'est demandé si le cœur était impressionné par le passage du courant ou par l'état variable. La question a été étudiée chez l'homme par von Ziemssen dans un cas où, à la suite d'une résection des côtes, le cœur battait directement sous la peau. Cœur.

La variation de fermeture (NF), l'état permanent, le négatif étant placé sur le cœur, les renversements voltaïques ont eu pour résultat une augmentation dans

excitations lentes ont produit un ralentissement du cœur. D'après von Ziemssen, le muscle cardiaque serait assimilable, au point de vue de ses réactions électriques, aux autres muscles striés.

Nerf phrénique.

L'excitation du nerf phrénique provoque des contractions non douloureuses du diaphragme, contractions qui obéissent à la loi des nerfs moteurs.

Fibres lisses.

L'estomac, l'intestin, l'urèthre, la vessie, l'utérus, en un mot tous les organes creux à fibres lisses, paraissent être très sensibles à l'action du courant galvanique. Mais nous manquons jusqu'à présent d'expériences précises et décisives sur ce point.

D'après les faits observés chez l'homme par Boudet de Pâris, les réactions intestinales les plus nettes surviennent lorsqu'on renverse le courant et qu'on l'interrompt après avoir déterminé pendant un certain temps une polarisation à l'aide d'un état permanent. Il en est peut-être de même pour toutes les autres organes à fibres lisses.

Effets produits par les courants induits.

C'est encore à Chauveau qu'on est redevable des premières études sur l'excitation polaire des nerfs à l'aide des courants induits. Cet observateur a le premier fait cette remarque importante, à savoir que les courants induits, étant des courants de tension, dont l'action polarisante est négligeable dans les conditions ordinaires, fournissent des résultats plus réguliers, surtout lorsqu'on opère sur des animaux dont la moelle, ou les nerfs sont sectionnés.

Les faits qu'on observe sur l'homme sont plus simples qu'avec le courant de pile. En effet, on n'a pas à tenir compte des deux variations, celle de fermeture étant

variation de rupture, pour les raisons physiques que je vous ai précédemment rappelées, est la seule qui soit active ; aussi l'excitation faradique des nerfs est-elle moins intéressante que l'excitation galvanique, tant au point de vue du diagnostic que du traitement.

Avec les courants faibles l'action produite par le pôle négatif est seule suivie d'une contraction énergique; on n'obtient pas de réaction avec le pôle positif. Le résultat reste le même, quelle que soit la direction du courant, c'est-à-dire quelle que soit la place du pôle inactif. Nerfs moteurs.

Quand les courants sont plus forts, les deux pôles sont actifs, mais la réaction produite, lorsqu'on emploie le négatif, est toujours plus intense.

L'excitation du nerf par les courants induits offre donc une certaine analogie avec celle qu'on obtient à l'aide de la galvanisation interrompue. Cependant la réaction physiologique présente une différence importante.

Quand on se sert du courant de pile, l'intensité croissante du courant amène, vous l'avez vu, des secousses de plus en plus fortes et soutenues jusqu'à ce qu'enfin il se produise du tétanos.

Avec le courant de pile, les secousses sont rapides, isolées. Vient-on à augmenter l'intensité du courant, on obtient une excitation dans une zone plus étendue, la secousse est, en quelque sorte, envahissante ; mais on ne provoque pas de tétanos.

Avec les appareils d'induction utilisés dans la pratique, il survient habituellement une contraction, qu'on se serve comme pôle actif du positif ou du négatif; mais lorsqu'on a obtenu une réaction nette avec ce dernier,

provoquer avec le pôle positif une réaction équivalente.

Muscles.

La faradisation des muscles est plus intéressante pour la pratique que celle des nerfs. Vous connaissez la part importante qui lui revient depuis les travaux de Duchenne, comme méthode thérapeutique. Elle rend aussi de grands services au point de vue du diagnostic.

On emploie la méthode bipolaire et la méthode polaire.

Pour pratiquer l'excitation bipolaire on place les deux excitateurs sur le trajet des muscles. Duchenne a recommandé de les appliquer, autant que possible, aux points où les nerfs pénètrent dans les muscles. En suivant ce précepte, on se trouve dans des conditions complexes, mais qui peuvent avoir leur utilité pratique. On obtient une contraction de rupture nette, instantanée, qui se transforme en un état tétanique, dès que les interruptions atteignent le nombre de 40 par seconde.

Quand on pratique l'excitation unipolaire, le pôle négatif se montre encore ici plus actif que le pôle positif. Dans les conditions ordinaires de la pratique, on obtient une contraction de rupture aussi bien avec le pôle positif qu'avec le pôle négatif, mais, dans le dernier cas, l'effet est plus énergique.

La recherche de l'intensité de courant, strictement nécessaire pour provoquer une contraction nette, est très importante, tant pour le diagnostic que pour le traitement. Pour le diagnostic, on se rend ainsi mieux compte des modifications qui peuvent être survenues dans la contractilité faradique. Pour le traitement, on se met, en ce faisant, à l'abri des effets fâcheux résultant des excitations trop fortes. Le but peut être atteint facilement lorsqu'on emploie les appareils à chariot.

sensibles.

courants faradiques, et ces courants pourraient être plus souvent utilisés qu'ils ne le sont dans la pratique, lorsqu'il s'agit d'établir dans quel état se trouve la sensibilité cutanée.

On doit distinguer, dans la description des phénomènes, les effets produits par l'excitation des nerfs cutanés de ceux qui sont déterminés par l'excitation des troncs nerveux.

Dans la peau, chaque onde induite fait naître une sensation qui est comparée à un picotement léger.

Quand le ressort de l'interrupteur vibre librement, on éprouve une sensation continue et même une brûlure douloureuse, surtout lorsqu'on fait usage du courant d'une bobine à fil fin et long.

Lorsque la peau et les électrodes sont secs la sensation douloureuse est des plus pénibles; elle acquiert sa plus grande intensité quand l'électrode est un pinceau métallique.

Après la faradisation, la sensibilité cutanée reste modifiée pendant un certain temps. Immédiatement après, la sensibilité tactile est diminuée; plus tard, elle est, au contraire, légèrement exaltée. Si l'on a fait usage du pinceau, la diminution de la sensibilité qui suit la faradisation est plus persistante et n'est remplacée que lentement par une hyperesthésie qui, parfois, dure un jour entier. Quand la faradisation au pinceau a été plusieurs fois renouvelée, l'hyperesthésie consécutive peut persister pendant plusieurs jours. Aussi Rumpf, Engländer, Vulpian ont-ils utilisé ce mode de faradisation pour combattre l'anesthésie cutanée.

L'application des électrodes au niveau des troncs nerveux fait naître une sensation de picotement et

pôle négatif est ici plus actif que le positif. Enfin, la douleur est d'autant plus intense que les interruptions sont plus fréquentes.

L'excitation faradique des nerfs cutanés est un puissant moyen de révulsion qui, depuis Duchenne, a été souvent utilisé. Parmi les phénomènes à distance, déterminés par voie réflexe, nous signalerons seulement les plus importantes. Feinberg a noté, sous l'influence de la faradisation cutanée au pinceau, de l'anémie, puis de l'hyperémie cérébrale. Dans les expériences faites par Rumpf, l'hyperémie s'est produite dans l'hémisphère cérébral du côté opposé au point excité. D'après von Basch, la faradisation au pinceau de la peau du ventre provoque de la pléthore abdominale et une anémie du cerveau pouvant entraîner la syncope.

Je dois encore vous rappeler, pour compléter ce que j'ai à vous dire sur la sensibilité générale, qu'il existe, d'après Duchenne, une sensibilité musculaire propre ou mieux sensibilité électro-musculaire. Au moment où le muscle se contracte sous l'influence de l'excitant électrique, le sujet éprouve une sensation sourde, profonde, dont l'intensité est en rapport avec l'énergie de la contraction. Quand le muscle est tétanisé, cette sensation est, en somme, celle de la crampe douloureuse.

VINGT-DEUXIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

II. Électro-physiologie (*Fin*).— *Phénomènes produits par les courants d'induction* (*fin*). — Excitation faradique des nerfs sécréteurs, des nerfs vaso-moteurs ; effets de la faradisation du cou, de la faradisation du nerf vague, de l'estomac, de l'intestin, de la rate ; effets généraux. — Différences entre les effets produits par l'extra-courant et par le courant de la bobine induite. — c. *Phénomènes produits par les décharges statiques.* — Rapports qui semblent exister dans tous les cas précédents entre la forme physique de l'onde électrique et la réaction physiologique. — III. *Effets produits par les courants dits sinusoïdaux.*

Messieurs,

Les sens spéciaux n'ont guère été étudiés qu'à l'aide du courant de pile. Je n'ai donc rien d'intéressant à vous dire touchant les réactions faradiques des organes de sensibilité spéciale.

Quelques observations faites sur les nerfs sécréteurs et sur les vaso-moteurs méritent d'être signalées.

Nerfs sécréteurs.

La faradisation cutanée pratiquée avec le pinceau, procédé dont je vous parlais à la fin de ma précédente leçon, fait naître une sueur locale plus ou moins manifeste, suivant les régions. Est-ce le résultat de l'excitation directe des nerfs sudoraux ? Je vous ai dit que la faradisation au pinceau constituait un des plus actifs procédés de révulsion ; or, la sueur peut être obtenue par voie réflexe, et il faut tenir compte de

cette particularité dans l'appréciation du résultat, même quand il s'agit d'un effet local.

Quoi qu'il en soit, j'ai déjà eu l'occasion de citer, à propos de l'étude des agents thermiques, des faits qui prouvent que les nerfs sudoraux répondent à l'excitation faradique. Je vous ai dit notamment qu'Adamkiewicz a obtenu une sueur abondante au niveau de la plante du pied en faradisant le nerf tibial dans le creux poplité.

Les expériences nombreuses, faites sur les animaux, autorisent à croire qu'il serait facile d'exciter diverses sécrétions, notamment celle de la salive, à l'aide de la faradisation. Quant à la sécrétion lactée, elle a pu être activée par H. Pierron à l'aide de courants faibles : le pôle négatif était placé sous le sein, le positif sur le mamelon et promené sur la glande.

Nerfs vaso-moteurs.

Les effets de la faradisation sur les nerfs vaso-moteurs ont été peu étudiés. Tripier a parfaitement reconnu que la faradisation d'une région déterminée s'accompagne de suractivité de la circulation, du développement de pulsations artérielles et que ces phénomènes cessent dès qu'on interrompt l'électrisation.

Mais en pareil cas les effets sont complexes car on agit sur plusieurs organes à la fois, sur les vaisseaux, sur les nerfs, en même temps qu'on suscite des actions réflexes. Il est assez probable que c'est par ce dernier mécanisme, c'est-à-dire par voie réflexe, qu'on provoque de la vaso-dilatation.

Les effets observés du côté de la pression sanguine et de la circulation générale paraissent être également d'origine réflexe.

Faradisation du cou

Quand on fait porter la faradisation au niveau du cou, on obtient de la dilatation pupillaire du côté corres-

pondant et une modification de la température de la joue qui, au bout de 2 à 12 minutes, subit un léger abaissement. L'excitation des nerfs des membres, tels que le cubital, le péronier, ainsi que l'ont constaté Eulenburg et Przewoski, produit également un abaissement thermique des membres correspondants, bientôt suivi d'une élévation de 0°,5 au-dessus de la normale. Tous ces effets semblent résulter de l'excitation des nerfs cutanés sensibles plutôt que de l'excitation directe des vaso-moteurs. Ils se rattachent, tout au moins en partie, à l'histoire de la révulsion.

Au cou, nous trouvons encore le vague et le phrénique. Ces nerfs peuvent être certainement atteints par le courant faradique.

L'excitation du vague peut produire une contraction des muscles du larynx et déterminer des mouvements de l'estomac et de l'intestin. Brenner a vu survenir des vomissements ou des efforts de vomissement. Gerhardt a obtenu l'excitation des branches laryngées.

En plaçant l'électrode active au niveau de la corne supérieure du cartilage thyroïde, on actionne facilement le nerf laryngé supérieur; il est plus difficile d'atteindre le laryngé inférieur en appliquant l'électrode au niveau du bord inférieur du même cartilage. Néanmoins la faradisation extra-laryngée est assez efficace pour remplacer la faradisation intra-laryngée et de nombreux résultats thérapeutiques obtenus par maints praticiens met actuellement ce fait hors de doute.

Cœur.

Il importe aussi de savoir que, par l'intermédiaire du vague, on peut atteindre le cœur et en déterminer l'arrêt (A. Hare). C'est là un des dangers de la faradisation du phrénique au cou, procédé qui a été souvent

mis à contribution en cas d'asphyxie chloroformique.

Mais si le cœur peut être influencé indirectement par l'intermédiaire du vague, il peut être considéré, d'après les observations de von Ziemssen, comme insensible aux courants induits. Ces observations ont été faites chez le sujet dont les côtes avaient été réséquées, dans des conditions où, nous l'avons vu, le courant de pile donnait des résultats.

Estomac et intestins.

L'estomac et les intestins sont souvent soumis à l'excitation faradique. La faradisation externe convenablement faite peut certainement provoquer des contractions stomacales. Elle n'est pas sans effet sur l'intestin, mais en général cet organe réagit moins nettement que l'estomac.

La faradisation interne donne des résultats plus complets. On peut obtenir des réactions manifestes et rapides au niveau du rectum ou du sphincter anal, et il est également établi que l'estomac répond nettement à l'excitation portée directement dans sa cavité (Voy. *Médication antidyspeptique*).

Rate.

On a obtenu chez les animaux une diminution du volume de la rate en faradisant soit les troncs nerveux qui s'y rendent, soit certains nerfs périphériques (Mosler et Jerusalemsky). Parmi ceux-ci je citerai le sciatique préalablement sectionné (Tarchanoff), le nerf vague (Œhl).

Chez l'homme, la faradisation de la région splénique faite dans un but thérapeutique a donné des résultats inconstants. A côté de tentatives infructueuses, on compte un nombre assez élevé de succès.

Urèthre, vessie.

L'urèthre, la vessie sont sensibles à la faradisation. Il en est de même de l'utérus, bien que ce dernier

organe soit plus excitable par le courant galvanique interrompu.

Nutrition.

La faradisation entraîne toujours une augmentation de volume du muscle contracté, qu'il s'agisse d'un muscle strié ou d'un muscle lisse. En même temps, elle fait monter la température du muscle, alors même qu'elle ne provoque pas de contraction brusque. La galvanisation, au contraire, ne produit du calorique que lorsqu'il y a contraction du muscle.

Corrélativement, d'Arsonval a observé à la suite de la faradisation une exagération des combustions respiratoires, tandis que, vous vous en souvenez, la galvanisation reste à cet égard inactive.

Aussi la faradisation très légère, lorsqu'elle est généralisée, peut-elle entraîner une modification des échanges et augmenter la production de chaleur dans des conditions où l'on ne voit se produire aucune contraction musculaire apparente. C'est ce qu'on observe notamment à la suite du bain faradique qui produit à la fois une excitation du système musculaire et du système nerveux sensitif.

Lorsque les contractions musculaires sont étendues et tétaniques, l'élévation de la température centrale peut être considérable. Le tétanos électrique, ainsi que l'a montré Ch. Richet, peut même entraîner la mort par hyperthermie.

Effets produits par l'extra-courant.

Il existe une certaine différence entre les propriétés physiologiques de l'extra-courant et celles du courant induit.

Les résultats obtenus par Duchenne à cet égard sont les suivants :

Le courant induit diffère de l'extra-courant par son action plus vive sur la sensibilité cutanée, par sa supé-

tions réflexes, de l'excitation de la rétine, par sa pénétration plus profonde dans l'épaisseur des tissus quand les réophores sont humides.

L'extra-courant l'emporte sur le précédent lorsqu'il s'agit d'exciter certains organes superficiels, tels que les muscles ou les nerfs mixtes, les testicules ou bien divers organes creux, tels que la vessie et le rectum.

La différence est d'autant plus appréciable que les intermittences sont plus rapides.

Duchenne employait les intermittences très rapides. Actuellement on fait un fréquent usage d'intermittences plus rares, et on a reconnu que celles-ci conviennent mieux pour la faradisation des muscles et de quelques organes à fibres lisses.

Pour exciter l'intestin et la vessie, par exemple, Danion ne veut pas plus d'une à trois intermittences par seconde.

Cuno Weil a fait remarquer qu'il n'y a pas une différence notable entre les forces électro-motrices des bobines à fil fin et à gros fil, la self-induction diminuant beaucoup la force électro-motrice de la bobine à long fil. On devra, d'après lui, préférer la bobine à gros fil dont la résistance est faible dans tous les cas où il n'y a pas de grandes résistances à vaincre, par conséquent pour exciter les nerfs moteurs et les muscles avec des électrodes humides. Il faut employer, au contraire, la bobine à fil fin pour vaincre les grandes résistances, pour exciter, par exemple, la sensibilité cutanée à l'aide d'électrodes sèches.

Ce sont là des préceptes généraux sur lesquels on est d'accord.

Leyde ou décharges en étincelles des machines statiques, déterminent des effets analogues à ceux que nous venons de décrire à propos des courants induits. On peut obtenir avec l'électricité des machines, aussi bien qu'avec des bobines, des modifications de la sensibilité cutanée et provoquer la contraction directe ou indirecte des muscles. L'électricité statique présente même cet avantage que les contractions peuvent être obtenues quand on électrise à travers les vêtements. Elle constitue, ainsi que Schwanda le fait remarquer, le moyen le plus sûr pour atteindre un muscle sans que l'excitation se propage aux muscles voisins. Enfin nous verrons que, dans certains cas pathologiques, les muscles répondent encore aux décharges statiques, bien que leur excitabilité faradique et parfois même aussi galvanique aient disparu.

par les décharges statiques.

Caractéristique de l'excitation.

Nous venons d'étudier les effets obtenus par l'état variable produit à l'aide des courants de pile, des appareils d'induction et des appareils statiques.

Les faits que nous avons énoncés touchant l'excitation des nerfs et des muscles semblent établir que les effets de cette excitation varient avec la source électrique.

Cette question, qui a depuis longtemps préoccupé les physiologistes, a donné lieu dans ces dernières années à des travaux intéressants. Ceux-ci tendent à démontrer que les effets de l'excitation des nerfs et des muscles sont sous la dépendance, d'une part de la forme physique de l'onde électrique, de l'autre, des modifications produites dans les tissus par le passage de l'onde ou par l'état permanent établi dans l'intervalle du passage des ondes multiples.

sous le nom de *caractéristique de l'excitation.*

Il est parvenu, à l'aide d'un dispositif ingénieux, à obtenir un tracé graphique, sous forme de courbe, de l'excitation déterminée par une onde quelconque et à inscrire au-dessous la réaction physiologique.

Il a tiré de ses recherches diverses conclusions dont je vais énoncer les principales :

Quand on excite les nerfs et les muscles on peut faire naître les mêmes réactions physiologiques, quelle que soit la source d'électricité employée, pourvu que la décharge ait la *même forme dans le temps.*

L'excitabilité du nerf est mise en jeu surtout par la rapidité et la grandeur de la variation du potentiel; la quantité d'électricité ne joue ici qu'un rôle secondaire. Le muscle, au contraire, réclame pour entrer en action une variation de potentiel moins brusque. S'il est nécessaire d'employer pour l'exciter un courant plus intense que pour le nerf, cela tient, d'après d'Arsonval, à ce que le muscle étant meilleur conducteur que le nerf, réclame la mise en œuvre d'une plus grande quantité d'électricité pour une même différence de potentiel aux bornes du tissu excité.

On voit que, pour d'Arsonval, l'excitation se fait au point d'application de l'électrode négative ou positive.

G. Weiss, l'agrégé de physique de notre Faculté, a contesté cette opinion. Il pense avoir démontré que l'excitation se produit sur tout le passage du courant et qu'en conséquence il faut connaître l'intensité que le courant possède à chaque instant. Pour d'Arsonval, dans le cas d'excitation électrique des nerfs et des muscles, l'élément important à considérer pendant

d'application d'une des électrodes; pour G. Weiss, c'est l'intensité du courant et ses variations.

Quoi qu'il en soit de ce point de physique pure, encore discuté, relativement à la manière de calculer la valeur de la cause qu'on fait agir sur les nerfs ou sur les muscles, on admet que toutes les décharges obtenues avec le courant de pile ou avec les appareils d'induction modifient les propriétés des nerfs par polarisation. Ce fait important, invoqué par divers physiologistes, a été mis en évidence par les recherches de Charbonnel-Salle. C'est par la polarisation des tissus qu'il est possible d'expliquer les contradictions apparentes qu'on remarque dans les lois précédemment formulées, particulièrement dans celles de Pflüger.

Le courant induit est moins polarisateur que le courant de pile; mais il présente l'inconvénient d'être plus difficilement mesurable. Aussi Marey, Chauveau, d'Arsonval, Boudet de Pâris ont-ils essayé de le remplacer par les décharges du condensateur à feuilles d'étain. Ce dernier électricien a utilisé le condensateur chez l'homme et a dressé un tableau qui permet de reconnaître, sans qu'il soit nécessaire de faire un calcul, l'énergie d'une décharge. Aujourd'hui on fabrique des condensateurs étalonnés qui permettent de faire varier dans une proportion déterminée la capacité du condensateur. On est donc outillé de manière à opérer, pour les recherches physiologiques ou pour les applications médicales, dans des conditions bien précisées. Emploi du condensateur.

Lorsqu'on veut chez l'homme faire une excitation unipolaire avec le condensateur, on place une grande plaque reliée au P sur la région dorsale et on applique

20 centimètres carrés, relié au N, au niveau de l'organe à exciter.

D'après Boudet de Pâris les décharges du condensateur ne détermineraient pas de polarisation. En

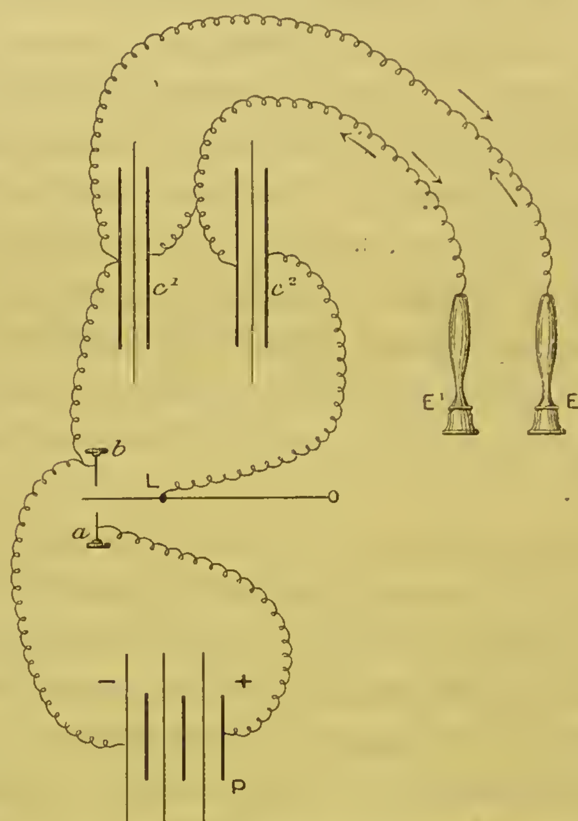


Fig. 89.

excitant un muscle de grenouille par décharges se produisant de 10 en 10 secondes, les graphiques montrent que les 20 dernières excitations donnent le même résultat que les 20 premières.

D'ailleurs, pour rendre impossible toute polarisation chimique, Boudet de Pâris a imaginé avec deux condensateurs un dispositif qui permet de rendre les décharges alternatives (fig. 89).

D'Arsonval a contesté les avantages du condensateur.

déterminée, d'après lui, lorsqu'on connaît la eapacité d'un condensateur et la différence de potentiel aux armatures. On obtient, il est vrai, avee ces données, la mesure de l'énergie libérée par l'appareil au moment de la déeharge. Mais il n'existe pas de rapport entre l'énergie (travail) d'une exeitation électrique et la eontraetion museulaire qui en résulte. Il est possible de démontrer ee fait intéressant de diverses manières.

D'Arsonval eharge un condensateur de 1/10 de eapaeité au potentiel 10 et il le décharge dans une patte galvanoscopique. Il obtient une violente eontraetion. Il répète la même expérience en se servant d'un eondensateur d'une eapaeité 10, ehargé au potentiel 1. La déeharge dans ee eas ne donne plus lieu qu'à une contraetion faible; elle peut même rester sans effet. Cependant l'énergie de l'exeitation est la même dans les deux eas.

D'autre part, il résulte des reeherches de Charbonnel-Salle que les flux de déeharge des eondensateurs ne mettent pas à l'abri de la polarisation. Toute déeharge se faisant dans un sens déterminé a la propriété d'agir sur le nerf de la même manière que le eourant de pile. Il en serait ainsi pour une onde unique, à plus forte raison lorsqu'on fait intervenir des ondes suecessives dirigées dans le même sens.

Faisons remarquer toutefois que ees eonsidérations s'appliquent à l'exeitation du nerf, tandis que les reeherehes de Boudet de Pâris portent sur l'exeitation du musele qui paraît se polariser moins ou simplement se modifier moins sous l'influence d'une faible aetion polarisatriee.

supprimer la polarisation.

tifs qui suppriment tout effet de polarisation et auxquels il attache une grande importance, même au point de vue pratique.

En 1881, pour réaliser le problème de l'excitation du nerf il a eu l'idée de faire passer la décharge du condensateur dans le fil primaire d'une bobine d'induction dépourvue de noyau de fer doux. Le flux instantané induit dans le fil secondaire sert à l'excitation du nerf.

Il est facile de comprendre ce qui se passe physiquement.

Pendant la décharge du condensateur, le circuit primaire (inducteur) est parcouru par une onde qui, partant de zéro, augmente rapidement et retombe à zéro au bout d'un temps très court. Il se produit donc dans le fil secondaire deux inductions en sens contraire, la première pendant la période d'augmentation du flux, la seconde pendant la période d'affaiblissement. Le nerf se trouve ainsi traversé dans un temps très court par une double onde électrique, positive et négative. L'excitation n'a plus de sens ; la polarisation est supprimée ou, pour parler avec plus d'exactitude, il se produit deux polarisations qui se neutralisent.

Ce procédé, appliqué par Mendelsohn, aurait pour avantage de supprimer toute fatigue et de fournir des contractions régulières et égales, quel qu'en soit le nombre.

Le second dispositif, imaginé par d'Arsonval, résoudrait le problème de l'excitation du muscle.

Vous savez que les décharges des courants induits, très brèves et à haut potentiel, sont surtout propres à exciter les terminaisons nerveuses sensitives et motrices.

3 dixièmes de seconde. Si l'on vient à allonger cette décharge, on parvient, conformément aux propositions précédemment énoncées, à ne plus guère exciter le tissu nerveux, tandis qu'au contraire on réalise les conditions les plus favorables à l'excitation du tissu musculaire.

Cela posé, on prend une bobine à fil assez gros pour avoir de la quantité et on en ralentit la décharge.

Dans ce but, on intercale en dérivation sur le fil induit un condensateur ayant une capacité d'un microfarad.

On obtient ainsi la contraction du muscle sans qu'il se produise de douleur, effet que l'on demande habituellement au courant de pile.

D'Arsonval attache à ce procédé une grande importance, soit qu'on veuille susciter sans douleur l'excitation des muscles, soit qu'on ait pour but d'étudier les modifications de l'excitabilité musculaire dans un but de diagnostic.

Effets produits par les courants dits sinusoïdaux.

Il me reste, pour compléter cette étude, à vous indiquer les principaux effets produits par les courants alternatifs sinusoïdaux.

L'appareil de d'Arsonval, que nous avons précédemment décrit (p. 237), a été utilisé par Tripier.

Manié doucement à la main il ne provoque aucune sensation pendant le passage du courant. Quand on accélère la vitesse de rotation de la roue, le sujet perçoit des picotements à la peau. Quand la rotation devient plus grande encore, à ces picotements s'ajoutent des sensations musculaires vagues, capables de devenir assez fortes.

vitesse.

En opérant sur des animaux, on peut obtenir une contraction des fibres lisses, alors qu'on ne détermine aucune réaction apparente du côté des fibres striées.

Notons encore que ce genre d'électrisation, d'après les expériences qui ont été faites par d'Arsonval sur l'homme et sur les animaux, est suivi d'une augmentation notable (de plus d'un quart) dans les combustions respiratoires, alors même que le passage du courant ne fait naître ni contractions musculaires apparentes ni phénomènes douloureux.

Cette question de l'emploi des courants sinusoïdaux est à l'étude. Gautier et Larat ont eu l'idée, pour obtenir des courants de ce genre dans leur cabinet médical, d'utiliser les courants fournis par les machines dynamo-électriques destinées à alimenter les lampes électriques de la capitale.

VINGT-TROISIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

III. Électrothérapie générale. — *Modes d'électrisation.* — 1° *Franklinisation :* description des procédés. — 2° *Galvanisation :* galvanisation continue, galvanisation labile, galvanisation intermittente.

Messieurs,

Connaissant les principes de l'électro-physique et de l'électro-physiologie, nous pouvons aborder l'étude de la mise en œuvre des divers procédés d'électrisation.

Franklinisation.

Les premiers essais furent faits, vous le savez, avec l'électricité de frottement qui avait permis d'obtenir des effets très divers et même des modifications générales de la nutrition.

Plus tard ce genre d'électrisation fut délaissé et remplacé, en Allemagne, par la galvanisation discontinue, prônée par Remak, en France par la faradisation portée à un haut degré de perfection par Duchenne. Dans ces dernières années la franklinisation a été remise en honneur, et elle occupe actuellement une place importante parmi les procédés thérapeutiques.

Les instruments nécessaires pour pratiquer l'électrisation statique consistent en une bonne machine d'influence, un tabouret isolant, un ou plusieurs conducteurs et des excitateurs de diverses formes.

Nous avons déjà recommandé pour les usages médicaux la machine Carré ou celle du type Wimshurst,

à la main. Mais le médecin doit éviter de recourir à un aide dont la présence est souvent gênante.

Il faut donc, autant que possible, emprunter l'énergie mécanique dont on a besoin à un moteur.

A la Salpêtrière un moteur à vapeur, placé dans les caves, met en mouvement une machine dynamo-électrique qu'actionne un moteur électrique disposé dans la cage en verre qui protège la machine. Un tel outillage est trop dispendieux pour le praticien qui ne traite par l'électricité qu'un nombre restreint de malades. Il est beaucoup plus simple d'avoir une batterie de couples au bichromate ou d'accumulateurs pour mettre en action une petite dynamo reliée aux poulies qui entraînent les plateaux.

On peut également employer un moteur à eau ou à air.

L'effort à produire n'étant que de 5 à 6 kilogrammètres, l'usage d'un moteur à gaz donnant un demi-cheval est inutile.

Dans les quartiers où le médecin peut se mettre en relation avec une usine centrale d'électricité, un moteur électrique relié à la canalisation de l'usine, lui fournira très simplement la force motrice qui lui est nécessaire.

Le tabouret isolant est formé par une planche solide, à angles bien arrondis, portée par des pieds de verre recouvert de laque.

Ces pieds, surtout par les temps humides, doivent être essuyés avec des linges chauds. On peut aussi, suivant le conseil de Danion, isoler le malade au moyen d'une plaque épaisse de caoutchouc.

Le tabouret sur lequel est placé le malade est mis

ducteurs. La forme et les dimensions des conducteurs varient avec les besoins de la pratique. Le plus souvent on se sert de tiges de laiton terminées par des crochets qui permettent de les attacher à un anneau porté par le collecteur de la machine.

Les excitateurs sont des instruments accessoires qui permettent de tirer des étincelles du corps du malade ou de produire la friction, le souffle et les aigrettes.

L'excitateur ordinaire peut servir à plusieurs fins. A cet effet il se compose d'une tige en substance isolante (verre, ébonite), terminée par une monture métallique qui porte un crochet et un pas de vis (fig. 90). On

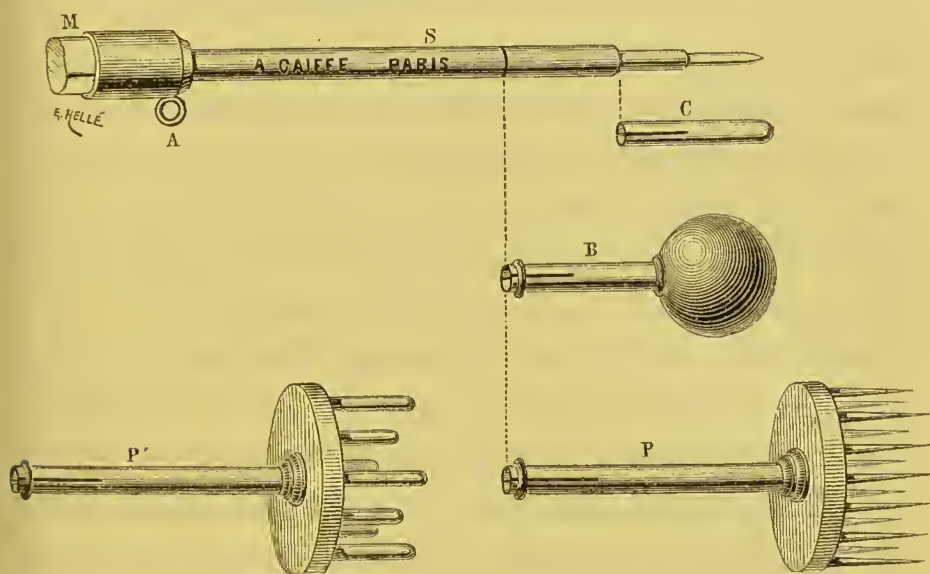


Fig. 90.

peut attacher au crochet la chaîne traînante qui passe dans un anneau métallique montée sur une tige isolante. A l'extrémité de l'excitateur on peut visser, selon les besoins, des sphères de métal ou de bois ou des pointes en bois ou en métal.

de la main droite et, à l'aide de la tige à anneau tenue de la main gauche, il dirige la chaîne de terre de manière à l'empêcher de toucher son corps ou celui du patient. Les excitateurs de bois sont préférés lorsqu'on veut modérer l'intensité des effets.

Dans le but d'obtenir des étincelles ayant toujours la même longueur, Boudet de Pâris a fait construire un excitateur (fig. 91) formé par un tampon de charbon recouvert d'une peau de chamois mouillée et communiquant avec une sphère métallique logée dans un tube de verre. Une seconde boule portée par une tige peut être enfoncée plus ou moins profondément dans l'intérieur du même tube, de sorte que la distance des deux boules est modifiable à volonté. La tige qui porte cette seconde boule est reliée à la terre. Dans le cas où l'on veut produire des aigrettes, on remplace la boule par une pointe mousse.



Fig. 91.

Benedikt emploie un excitateur particulier connu sous le nom de cloche électrique. Il se compose d'une demi-sphère creuse à bords tranchants, reliée au sol et placée au-dessus de la tête du malade isolé sur le tabouret. Les bords de la cloche agissent à la façon des pointes. Aussi Chardin a-t-il remplacé la cloche par un disque métallique portant des pointes multiples.

Dans quelques circonstances il est nécessaire de soumettre une certaine région du corps à une action prolongée.

Les excitateurs sont alors maintenus au niveau des

Les différents genres d'électrisation qu'on peut obtenir à l'aide de ces instruments ont déjà été décrits par Mauduyt dans un Traité qui date de 1784. On n'y a ajouté que la douche électrique.

Les procédés mis en usage sont le bain électrique, le souffle, l'aigrette, les étincelles, la douche électrique, la friction électrique, la commotion.

Pour le bain électrique ou électrostatique, le malade est installé sur le tabouret qu'on relie à un des pôles de la machine à l'aide d'un conducteur, l'autre pôle communiquant avec le sol. Nous rappellerons que l'électricité qui intervient n'est pas en équilibre. mais en mouvement. Bain.

Lorsque la communication a lieu avec le collecteur d'électricité positive, un courant continu s'établit de la machine au tabouret, du tabouret au malade, du malade à l'air extérieur et au sol. Le sens du courant est inverse quand le bain est électro-négatif. L'écoulement de l'électricité est facilité par les nombreuses pointes que présente le malade.

D'après R. Vigouroux, la résistance du malade interviendrait ici comme dans l'électrisation galvanique : l'intensité du courant, toutes choses égales d'ailleurs, serait d'autant plus grande que la résistance serait plus petite. Or, comme dans la maladie de Basedow cette résistance est très diminuée, les malades qui en sont affectés ne supportent pas le bain électrostatique alors que les hystériques, dont la résistance est grande, peuvent rester en rapport avec la machine pendant des heures. Aussi R. Vigouroux donne-t-il le conseil de déterminer, avant tout traitement, la résistance électrique du malade. Ces remarques sont intéressantes pour la

traverse le corps à la façon du courant de pile et ce fait ne nous semble pas démontré.

On emploie le plus habituellement le bain positif. La durée de la séance varie de quelques minutes à une heure. Elle dépend de la maladie que l'on veut combattre et de l'impressionnabilité des sujets.

Lorsque la séance est terminée, on arrête la machine ou bien on met le pied sur le tabouret pour ramener son potentiel à zéro et on évite ainsi les décharges ou étincelles qui peuvent se produire au moment où le malade descend du tabouret.

Souffle. Le vent ou souffle électrique s'obtient de la manière suivante. Pendant que le malade est sur le tabouret relié à la machine, on approche du malade, au niveau de la partie sur laquelle on veut agir, l'excitateur armé d'une ou de plusieurs pointes et maintenu à une distance de 3 à 5 centimètres. L'air électrisé est repoussé par la pointe et attiré par le malade chargé d'électricité de signe contraire. Il se produit ainsi un mouvement de l'air ou vent, donnant la sensation d'un courant d'air. La pointe positive donnerait plus facilement, d'après R. Vigouroux, cette sensation que la négative. Il vaudrait donc mieux, dans le cas où l'on utilise ce procédé, donner au malade un bain électro-négatif.

Lorsque l'application du vent doit être de longue durée, l'excitateur mis en place est fixé sur le support précédemment décrit.

Le vent électrique possède des propriétés calmantes incontestables. On le fait intervenir surtout dans les maladies douloureuses.

Aigrette. Lorsque le malade étant installé comme précédem-

bois ou en métal au lieu d'une pointe aiguë, on obtient l'aigrette. La pointe est maintenue à une distance de 2 à 3 centimètres et l'aigrette, visible surtout dans l'obscurité, varie suivant qu'elle est positive (lueur violacée) ou négative. La lueur violacée est accompagnée d'un crépitement particulier; elle possède une action rubéfiante, propre à produire une révulsion.

Étincelle.

Quand l'excitateur se termine par une boule et est suffisamment rapproché du corps, on voit jaillir une étincelle entre la boule et le malade. La quantité d'électricité qui intervient dans la décharge est d'autant plus grande que la boule est plus grosse. On peut faire varier l'énergie employée, et par suite les effets, en faisant varier, soit la distance de l'excitateur, soit la grosseur de la boule.

Si l'on veut atténuer l'effet produit, on peut décharger partiellement le malade en approchant la pointe ou la chaîne de l'excitateur du tabouret.

La décharge en étincelles est surtout employée pour l'excitation des nerfs et des muscles. L'excitateur à tampon de Boudet de Pâris est recommandable lorsqu'on veut obtenir une action bien localisée.

Friction.

Vient-on à promener la boule de l'excitateur sur la surface du corps en l'appuyant sur les vêtements, on obtient la friction électrique. Des étincelles très courtes, mais assez souvent douloureuses, jaillissent entre l'excitateur et la peau. Il en résulte une sensation de brûlure d'autant plus vive que la friction est plus lente.

La commotion, employée par les premiers promoteurs de l'électrisation statique, est actuellement abandonnée.

Benedikt et par Stein n'est, en réalité, qu'une variante du souffle électrique. La cloche doit être fixée au-dessus de la tête, à une hauteur suffisante pour qu'il ne puisse pas jaillir d'étincelles. Les médecins allemands attribuent à ce procédé des effets calmants propres à combattre surtout l'insomnie persistante.

Préceptes.

Le médecin possède, dans ces différents procédés, une sorte de gamme de moyens permettant d'obtenir des effets plus ou moins intenses. Il devra les utiliser avec ménagement et d'une manière progressive. Au début, les séances doivent être courtes, de 3 à 5 minutes. Certains praticiens arrivent à faire supporter le bain électrostatique pendant des heures. Il est rare qu'il soit utile d'en prolonger la durée au delà d'une demi-heure.

Au début du traitement, les séances doivent être journalières. Plus tard, lorsque l'effet produit s'atténue ou que l'amélioration s'est accentuée, on espace les séances progressivement et on n'en fait plus qu'une ou deux par semaine. On donne le conseil de suspendre le traitement pendant la période menstruelle, sauf quand il consiste simplement dans l'administration du bain électrostatique.

Galvanisation.

La galvanisation constitue actuellement le moyen le plus souvent utilisé en médecine. Nous en avons fait précédemment une étude suffisante pour qu'actuellement nous puissions décrire en peu de mots les divers procédés qu'elle comporte. Ces procédés sont : la galvanisation continue, la galvanisation interrompue comprenant le mode labile des Allemands et les interruptions proprement dites par fermetures et ruptures

renversements brusques du courant, c'est-à-dire ce qu'on appelle les alternatives de Volta.

Vous connaissez les instruments nécessaires pour pratiquer la galvanisation dans de bonnes conditions physiques

Électrodes.

Il nous reste à insister sur les électrodes, que nous n'avons pas encore eu l'occasion de décrire en détail.

Les électrodes dont l'emploi est le plus répandu sont les tampons et les plaques.

Les tampons sont vissés sur un manche isolant en bois, en ébonite ou en celluloïde, qu'on tient à la main (fig. 92) et qui porte une monture métallique dans laquelle est creusé le trou qui loge l'extrémité du réophore. Cette monture se termine par une vis dont l'écrou fait partie de l'électrode proprement dite; on y joint parfois un bouton interrupteur B qui, lorsqu'on le presse, détermine une rupture du courant. Le tampon ordinaire a la forme d'un bouton en charbon bon conducteur, fixé sur l'écrou qui se visse dans le porte-électrode. Ce charbon est recouvert d'une peau de chamois très souple. Ses dimensions sont très variables. On peut lui donner la forme d'un champignon recouvert d'amadou ou d'éponge, ce qui est préférable à l'emploi d'une éponge enfoncée dans un tube métallique.

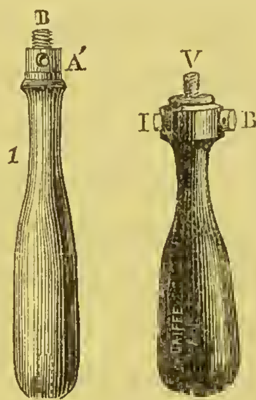
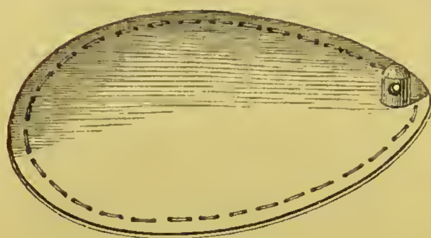
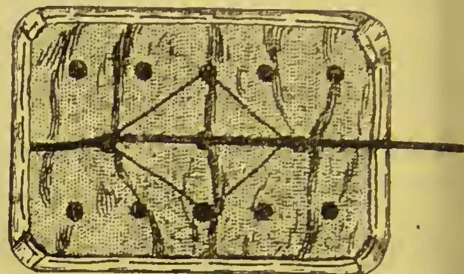


Fig. 92.

Pour obtenir des électrodes de très petite surface, on visse sur le manche une tige métallique recourbée, recouverte ou non d'un isolant et terminée par une olive en charbon revêtue d'une peau de chamois. Les

Les électrodes en forme de plaque sont presque toujours placées à poste fixe. Elles sont formées d'une feuille d'étain, en général percée de trous facilitant l'humectation et recouvertes d'agaric et de peau. La plaque d'étain porte une petite monture


Fig. 93.


Fig. 94.

métallique percée d'un trou et muni d'une vis où l'on adapte l'extrémité du fil réophorique (fig. 93), ou bien elle est fixée à un cordon bifurqué (fig. 94).

Les formes et les dimensions de ces plaques sont très variables suivant les cas; mais il est indispensable d'en connaître la surface en centimètres carrés, de manière à pouvoir apprécier la densité du courant à leur niveau.

Les électrodes doivent toujours être très mouillées avant d'être appliquées sur la peau. A cet effet, avant de s'en servir, on les plonge pendant quelques minutes dans de l'eau froide, ou mieux encore dans de l'eau chaude.



Fig. 95.

Dans les cas où l'on veut pratiquer la galvanisation labile, on se sert d'une électrode en forme de rouleau (fig. 95), montée de façon à pouvoir être promenée sur la surface du corps.

L'électrode indifférente peut être remplacée par une cuvette ou par un baquet d'eau où le malade plonge la

de la pile à l'aide d'un fil réophorique.

On a imaginé, pour des usages spéciaux, un grand nombre d'autres électrodes. Nous aurons à faire bientôt connaissance avec quelques-unes d'entre elles.

La galvanisation continue comprend la méthode bipolaire et la méthode polaire. Galvanisation continue.

Dans la méthode bipolaire, les électrodes ont la même surface et sont placées de manière à faire pénétrer le courant à travers un segment du corps ou des membres. Nous avons déjà indiqué les principes qui doivent servir de guide dans ce genre d'électrisation. Tantôt on laisse passer le courant dans le même sens pendant toute la durée de la séance ; tantôt on renverse le sens du courant à un certain moment, et on fait une électrisation alternative. Bipolaire.

Lorsqu'il est impossible, même avec de grandes électrodes, de faire arriver le courant dans toute l'étendue de l'organe à modifier, on procède par segments, en changeant, au bout de quelques minutes, la place des électrodes.

Pour mettre en œuvre la méthode polaire, on place une grande plaque, dite indifférente, sur un point peu sensible, tel que le sternum, le tibia, l'épigastre, ou bien l'on plonge l'un des membres dans une cuvette, tandis que l'électrode active, petite, est appliquée au niveau du point où l'on veut localiser l'action. Polaire.

Dans tous les cas, on doit avoir soin de commencer par appliquer les électrodes bien mouillées sur la peau et de s'assurer que le contact est uniforme partout, avant de faire passer le courant. Pour faire tenir en place les électrodes, on se sert de bandes ou de courroies. Parfois, on peut les recouvrir d'une serviette

établit le courant lorsqu'au bout de quelques instants la peau, au niveau des électrodes, est bien mouillée et on arrive progressivement, sans secousse, à l'intensité du courant que l'on veut employer.

Pour changer le sens du courant, on ramène d'abord celui-ci à zéro et on en fait augmenter lentement l'intensité sans atteindre, tout d'abord, l'intensité première, pour les raisons que vous connaissez maintenant. De même, avant de changer la place des électrodes, lorsqu'il y a lieu d'électriser successivement divers segments du corps, on doit ramener le courant à zéro. Enfin, quand la séance est terminée, on doit encore faire décroître progressivement le courant jusqu'à zéro.

Galvanisation discontinue. Labile.

On donne en Allemagne le nom de galvanisation labile à une méthode qui consiste à promener une des électrodes à la surface de la partie qu'on électrise, l'autre étant maintenue fixe dans un point d'élection.

L'électrode roulante, plus ou moins volumineuse et de forme variable, ne doit pas quitter la peau. Il ne se produit donc pas d'effets de rupture ou de fermeture. Mais le déplacement de l'électrode amène constamment une variation dans l'intensité du courant et crée un état variable d'ailleurs mal défini, dont les effets sont intermédiaires à ceux de l'électrisation continue et de l'électrisation interrompue.

Ce genre d'électrisation détermine, en effet, à la fois une action excitante sur les nerfs et sur les muscles et une action trophique (catalytique de R. Remak) plus ou moins intense.

S'agit-il, par exemple, de pratiquer la galvanisation labile des extrémités, on applique une grosse électrode fixe, soit sur le segment correspondant de la moelle

au membre malade.

Cette électrode est reliée au pôle positif. Le pôle négatif, sous la forme d'une électrode roulante, est promenée le long des nerfs, sur les muscles ou sur les points moteurs. On pratique ainsi sur la région qu'on doit électriser une trentaine ou une quarantaine de raies sans jamais rompre le contact avec la peau.

La galvanisation interrompue consiste essentiellement dans la production de ruptures et de fermetures qui se font pendant le cours de l'état permanent.

Cette méthode est le plus souvent employée avec le mode polaire, car elle sert particulièrement à l'excitation des nerfs et des muscles.

Les interruptions peuvent être produites de différentes manières, soit en soulevant le tampon et en le replaçant ensuite sur la peau, soit en produisant, à l'aide d'un bouton interrupteur, une rupture suivie d'une fermeture quand on cesse d'appuyer sur le bouton.

Quand on procède avec des électrodes fixes, on peut obtenir des ruptures et des fermetures à des intervalles réguliers à l'aide du métronome.

La galvanisation interrompue représente le procédé de choix lorsqu'on veut combiner les effets chimiques produits par l'état permanent avec l'action excitatrice due à l'état variable. On peut l'appliquer de façons assez diverses suivant les cas.

Densité à employer.

Nous avons vu que, dans l'emploi du courant de pile, il est nécessaire de se préoccuper de la densité tout autant que de l'intensité du courant, c'est-à-dire de :

$$D = \frac{I}{S}$$

S surface de l'électrode en centimètres carrés).

Je vous ai indiqué, d'après Boudet de Pâris, quelle devait être la surface minimum de l'électrode active pour une intensité donnée du courant, et je pense que les données empiriquement déterminées par cet habile électricien peuvent servir de guide pour la pratique. Mais on doit encore envisager cette question à un tout autre point de vue dont nous devons actuellement dire quelques mots.

On s'est demandé quelle était la densité la plus convenable à employer dans les différents cas. Cette question a été traitée surtout par C. W. Müller.

D'après cet auteur, la densité moyenne du courant doit être dans les conditions ordinaires de 1/18, soit de 1 milliampère pour une électrode active de 18 centimètres carrés.

Les densités de 1/18, 2/36, 3/54, 4/72, 5/90, 6/108 etc. étant équivalentes, il est facile de mettre en rapport la surface de l'électrode active et l'intensité du courant pour les cas où l'on veut pratiquer l'électrisation avec la densité moyenne de 1/18.

C. W. Müller donne le conseil d'opérer avec une densité supérieure, de 1/14, 1/10 ou même 1/6 dans les cas torpides, par exemple lorsqu'on veut modifier une arthrite chronique.

S'il s'agit d'exciter les nerfs périphériques avec l'électrode positive, on se servira de la densité 1/9; on peut employer une densité supérieure dans le lumbago.

Pour la galvanisation labile ou interrompue des extrémités supérieures, la densité convenable est de 1/6; elle peut être portée à 1/5 pour les mêmes opérations

existe une résistance assez grande à vaincre. L'excitation des nerfs génitaux réclame la densité 1/10.

Dans les cas d'éréthisme nerveux (hystérie, neurasthénie) ou de lésions inflammatoires, ou bien encore lorsque les sujets sont très sensibles à l'action de l'électricité, on ne doit se servir que de densités faibles, de 1/35 à 1/45.

Enfin, voici encore, d'après le même auteur, la valeur de la densité à employer dans quelques régions. Pour l'électrisation du cerveau, la densité doit être de 1/30 à 1/24; pour celle de la moelle allongée de 1/24 à 1/20; pour celle du cou la densité doit être de 1/30 à 1/28 et la durée de la séance de 30 à 40 secondes, lorsqu'on veut obtenir de l'anémie cérébrale et du sommeil; elle doit monter à 1/7, pendant 2 à 3 minutes, dans les cas où, au contraire, on cherche à obtenir une dilatation vasculaire.

Pour l'électrisation de la tête, Lewandowski recommande des densités plus faibles encore.

Lorsqu'on électrise avec des électrodes de même surface, ou à peu près, la densité du courant est déterminée d'après la surface d'une des électrodes, si celle-ci est appliquée au niveau d'un point malade situé superficiellement. Dans le cas contraire, lorsque le point malade est situé profondément, ou bien lorsque les électrodes sont fixées dans des points où les conditions morbides sont sensiblement les mêmes, on prend, pour évaluer la densité, la moyenne arithmétique des surfaces des deux électrodes.

Bien que ces données soient empiriques, il est important de les bien retenir, car on tend généralement à se servir de courants trop intenses.

séances.

ment à la durée du courant employé ; elle doit être d'autant plus courte que cette densité est plus grande, et, inversement, d'autant plus longue que celle-ci est plus faible.

Pour l'électrisation du cerveau et du sympathique, Lewandowski veut que la durée des séances soit d'une minute ; pour celle de la moelle de trois minutes. La galvanisation labile dure le temps nécessaire pour passer une quarantaine de fois sur la région malade.

Pour les autres modes d'électrisation, la durée des séances varie suivant diverses circonstances ; elle est le plus souvent de 5 à 10 minutes. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point à propos des procédés qu'il nous reste encore à décrire. Disons simplement, pour le moment, que les courants de courte durée sont excitants et réparateurs ; qu'au contraire, les courants de longue durée sont paralysants ou antispasmodiques.

En général la fréquence des applications est en rapport avec le mode d'évolution de la maladie.

Dans les cas de névralgies ou de manifestations rhumatismales, une ou même deux séances par jour sont indiquées.

Lorsque les cas sont aigus et à évolution rapide, on peut faire cinq à six séances par semaine ; deux à quatre suffisent dans les cas chroniques.

VINGT-QUATRIÈME LEÇON

ÉLECTRISATION. — ÉLECTRICITÉ (SUITE).

III. Électro-thérapie générale. — *Modes d'électrisation* (*suite et fin*). — 3° *Faradisation.* — Des *actions thérapeutiques* exercées par l'électrisation et *choix des moyens* à utiliser suivant les cas : 1° *Procédés locaux.* — *Action excitatrice :* excitation des nerfs sensibles, par le mode statique, par le mode faradique; excitation des nerfs et des muscles : réaction de dégénérescence; procédés divers d'excitation des nerfs et des muscles dans les cas pathologiques.

Messieurs,

Faradisation.

Nous n'avons plus à nous étendre sur la mise en œuvre de la faradisation.

Parmi les appareils médicaux que je vous ai présentés, il faut faire choix, autant que possible d'un appareil à chariot permettant de graduer l'intensité des courants mieux qu'aucun autre et d'utiliser les courants fournis par des fils de grosseur et de longueur différentes. A défaut d'un appareil de ce genre, il faut pouvoir tout au moins disposer de l'extra-courant et du courant d'une bobine à fil fin et long. Il est également nécessaire de pouvoir faire varier à volonté le nombre des interruptions. Pour les interruptions rares, un métronome représente l'instrument le plus précis et le moins sujet aux dérangements.

La faradisation bipolaire est pratiquée avec deux tampons de moyen diamètre, qui seront appliqués à une distance assez courte et pourront souvent être

tampons, de cylindres métalliques creux appelés manipules porte-éponge (fig. 96).

L'excitation polaire ou bipolaire se pratique d'une façon analogue à celle que nous avons décrite pour la galvanisation. En général le pôle indifférent est relié à une plaque moins large que pour la galvanisation. Le pôle actif peut être relié à une petite plaque ou à un tampon.



Fig. 96.

Pour l'excitation des nerfs moteurs et des muscles, les plaques sont mouillées. Elles doivent rester sèches quand on cherche à exciter les nerfs sensibles de la peau et à agir par action réflexe. On obtient des effets plus puissants encore à l'aide du pinceau. Pour ce genre d'excitation, on place en un point indifférent et à poste fixe une plaque mouillée, et on promène un tampon sec ou le pinceau sur la région dont on veut exciter les nerfs. Il est bon de sécher la peau et de la saupoudrer, à cet effet, avec un peu de poudre d'amidon.

On doit avoir à sa disposition des électrodes de différentes formes, afin de pouvoir opérer sur diverses parties, telles que l'estomac, l'intestin, la vessie, l'utérus, etc.

Dans certains cas, pour agir sur la face, on se sert de la main comme électrode. Le malade tient une électrode manipule dans la main, le médecin l'autre manipule dans la main gauche et avec la main droite il électrise la face.

Pour épargner au médecin l'inconvénient d'être traversé complètement par le courant, C. W. Müller donne le conseil de fixer une plaque un peu grande au poignet de la main qui doit servir d'électrode.

MESSIEURS,

Vous voici, je pense, suffisamment renseignés sur la manière de pratiquer les divers modes d'électrisation. Effets thérapeutiques.

L'électro-thérapie générale comprend encore la détermination des effets thérapeutiques dus à l'électricité, et celle des moyens les plus convenables à utiliser pour obtenir chacun de ces effets.

Le nombre des maladies dans lesquelles on a fait intervenir avec succès ce puissant moyen physique est considérable, et actuellement il ne saurait être question de mettre en doute la haute valeur des pratiques électro-thérapiques. Il serait oiseux également de chercher à faire un classement parmi les modes d'électrisation au point de vue de leur efficacité générale et de leur importance respective pratique. Tous les modes sont utiles et trouvent leurs indications. Mais vous avez pu voir que nos connaissances sont encore trop peu avancées pour que nous puissions songer à formuler d'une manière précise le mode d'action de l'électricité sur l'organisme. Il paraît seulement certain que cette action est fort complexe, alors même qu'elle intervient sur un organisme sain. A plus forte raison doit-elle être plus obscure, plus difficilement définie, quand nous agissons thérapeutiquement, c'est-à-dire par applications sur des parties modifiées par la maladie ou sur des parties dont le mode réactionnel s'éloigne plus ou moins de la normale.

D'ailleurs, dans un grand nombre de circonstances, nous ignorons les conditions réelles dans lesquelles nous faisons intervenir l'agent électrique. Nous ignorons à peu près absolument la physiologie pathologique des névroses et de la plupart des maladies du système

précisément ses succès les plus incontestables.

Il serait donc inutile de nous appesantir sur les diverses théories sur lesquelles on a voulu fonder l'emploi rationnel de l'électricité. Les résultats empiriques peuvent seuls, quant à présent, nous servir de guide.

En nous plaçant sur le terrain de la clinique, nous sommes conduit à reconnaître que l'électrisation paraît pouvoir produire trois sortes d'effets thérapeutiques principaux, pouvant être rattachés respectivement à une action excitatrice, à une action sédative, à une action trophique.

Procédés locaux.

A la vérité, en admettant ces divers modes d'action, nous décomposons d'une manière un peu arbitraire l'effet toujours complexe de nos procédés thérapeutiques. Cependant cette division est assez étroitement applicable aux procédés locaux ; elle nous offre l'avantage de pouvoir fixer votre attention sur le but principal visé par certains d'entre eux.

Action excitante.

L'action excitante ou excitatrice se traduit par le réveil de propriétés physiologiques annihilées par la maladie, ou simplement par l'exaltation de ces mêmes propriétés quand elles sont amoindries. Elle peut être obtenue par des procédés locaux et par des procédés généraux.

Les procédés locaux sont les plus nombreux et utilisés surtout pour exciter les différentes espèces de nerfs, les muscles striés et lisses.

L'excitation des nerfs sensibles de la peau comprend plusieurs méthodes.

Comme il est inutile, pour l'obtenir, d'avoir une action pénétrante, on s'adresse surtout aux modes dans

faradique ou au mode statique.

Nous savons déjà que pour exciter les nerfs sensibles à l'aide du courant induit, il faut se servir du courant de la bobine à fil long et fin et que les intermittences soient rapides. On obtient le maximum d'effet à l'aide du tampon sec ou mieux encore du pinceau.

Les appareils magnéto-faradiques peuvent également être utilisés. On emploie dans ce cas des courants alternativement de sens contraire.

Ces procédés déterminent une forte excitation des nerfs sensibles et, par suite, un réveil de la sensibilité dans le cas d'anesthésie. On n'agit pas ainsi uniquement sur les nerfs directement touchés, car il suffit souvent d'électriser une partie seulement de la surface cutanée pour obtenir, ainsi que Vulpian l'a montré, le retour de la sensibilité dans une zone étendue. Il semble donc se produire une modification du système sensitif tout entier par retentissement de ce genre d'électrisation sur les centres nerveux.

Le mode statique peut également servir à exciter les nerfs sensibles de la périphérie.

Les procédés les plus actifs à cet égard sont les étincelles et la friction.

Les effets obtenus à l'aide de ces divers moyens se compliquent d'actions réflexes sur lesquelles nous aurons à revenir.

La méthode excitante acquiert surtout une grande importance quand elle est appliquée aux nerfs moteurs et aux muscles volontaires.

En France, à une certaine époque, sous l'influence des travaux de Duchenne, on s'est adressé, pour exciter

la faradisation.

Actuellement, tous les praticiens sont d'accord pour employer de préférence la galvanisation discontinue.

Pour bien comprendre cette modification dans la pratique, il est nécessaire de se rendre compte des conditions principales dans lesquelles on est conduit à opérer.

Je suis ainsi amené à vous faire connaître brièvement les modifications éprouvées par l'excitabilité des nerfs moteurs et des muscles dans certains cas pathologiques.

Réaction de dégénérescence.

La question de séméiologie et de diagnostic que nous allons aborder offre une grande importance pour le thérapeutiste. Elle concerne particulièrement un ensemble de faits connus sous le nom de *réaction de dégénérescence*.

En 1859 Baierlacher remarqua que, dans la paralysie faciale périphérique, les muscles perdent leur contractilité faradique, tout en conservant leur contractilité galvanique. Ce fait intéressant avait déjà été vu par Hallé.

Plus récemment Erb, Leegaard et depuis, beaucoup d'autres, en ont fait une étude approfondie.

La réaction de dégénérescence, communément représentée par DR, est dite complète lorsqu'on peut relever tous les caractères qui la distinguent ; elle peut être incomplète ou partielle.

Lorsqu'elle est complète, il s'agit habituellement d'une paralysie motrice par altération du nerf correspondant.

Pour en prendre une connaissance exacte, il faut tenir compte des faits révélés, d'une part, par l'exploration du nerf, de l'autre, par celle des muscles.

suivants :

Pendant environ vingt-quatre à quarante-huit heures après le début de la lésion nerveuse, l'excitabilité électrique du nerf est augmentée.

Vers le deuxième ou le troisième jour, on observe une diminution de l'excitabilité faradique et galvanique, diminution dont la marche est progressive. Au bout d'une à deux semaines, l'excitabilité électrique est complètement perdue.

La durée de cet état est variable : courte dans le cas où l'affection du nerf est légère, prolongée quand elle est sérieuse, indéfinie dans les cas incurables.

Quand l'excitabilité réapparaît, elle se montre d'abord au niveau de la lésion, puis elle s'étend du côté de la périphérie.

Le retour de l'excitabilité électrique du nerf s'accentue graduellement en suivant une évolution plus ou moins rapide.

Assez souvent l'excitabilité volontaire est rétablie dans le muscle avant que le nerf soit capable de réagir sous l'influence de l'électricité, fait à coup sûr intéressant au point de vue physiologique.

Du côté des muscles l'évolution des phénomènes est la suivante :

L'excitabilité faradique se comporte de la même manière qu'au niveau du nerf. Elle diminue donc progressivement, puis disparaît. Plus tard le retour de cette propriété s'effectue plus tardivement que pour le nerf et elle reste plus longtemps affaiblie.

L'excitabilité galvanique est d'abord diminuée ; elle subit ensuite diverses modifications qualitatives affectant la forme et le mode des contractions. Au moment

lité galvanique augmente avec rapidité. Elle devient parfois extrême, et elle est alors sensible avec des courants qui impriment à peine une déviation à l'aiguille du galvanomètre.

En même temps la contraction musculaire se fait d'une manière traînante au lieu d'être brusque; elle devient analogue à celle des fibres musculaires lisses. Cette modification constitue le phénomène le plus important; elle est rendue très apparente lorsqu'on pratique l'examen comparatif du côté sain et du côté malade.

A ces caractères il faut ajouter ceux qui se rattachent aux modifications de la loi des secousses. On a PFC = NFC ou même PFC > NFC.

De plus, les contractions d'ouverture sont plus facilement obtenues qu'à l'état normal, et elles deviennent égales ou prédominantes pour le pôle N, ce qui est l'inverse de ce qu'on observe dans les conditions physiologiques.

Plus tard, au bout de trois à huit semaines, suivant les cas, l'excitabilité galvanique diminue. On est alors obligé de recourir à des courants de plus en plus forts pour faire naître une réaction.

Quand les cas sont incurables, malgré la diminution progressive de la contractilité galvanique, on continue à obtenir pendant très longtemps, parfois pendant des années une réaction avec l'excitation PF. Le cas est moins grave, quand c'est la réaction NFC qui persiste.

Dans les cas de guérison, le retour à la normale commence toujours par le nerf.

La réaction de dégénérescence présente nécessairement de nombreux degrés et variétés. Lorsqu'elle est

la lenteur de la contraction galvanique et par la prédominance de l'action de fermeture du positif (PF) sur celle du négatif (NF).

Les cas dans lesquels on a rencontré à un degré quelconque la réaction de dégénérescence sont nombreux.

Citons les paralysies traumatiques ou par compression des nerfs, les paralysies par névrite, les paralysies dites rhumatismales (paralysie faciale notamment), les paralysies d'origine spinale (inflammations aiguës ou chroniques de la substance grise, tumeurs de la moelle), la paralysie saturnine, les paralysies diphtéritiques et des maladies aiguës, les paralysies syphilitiques.

En résumé, la réaction de dégénérescence est la conséquence d'une altération musculaire secondaire, d'origine trophique centrale ou périphérique.

Elle est pour ainsi dire la preuve de la dégénérescence trophique des muscles, et il est très probable que toutes les particularités qu'elle présente sont la conséquence de l'état anatomique des nerfs et des muscles dont les propriétés physiologiques sont modifiées.

La réaction complète indique, en général, une altération des nerfs périphériques. Lorsque l'altération qui détermine la réaction de dégénérescence est centrale (médullaire), cette réaction est habituellement incomplète, partielle ; mais il peut y avoir encore d'autres causes de réaction partielle.

La réaction de dégénérescence a donc une importance capitale au point de vue du diagnostic anatomique des lésions des nerfs et des muscles, mais elle ne permet pas à elle seule de reconnaître si l'origine de ces lésions est centrale ou périphérique.

nérescence nous expliquent pourquoi il est préférable dans un grand nombre de cas pathologiques de s'adresser à la galvanisation.

En effet, les courants de pile sont les seuls qui puissent mettre en jeu, dans ces circonstances, l'excitabilité neuro-musculaire ou musculaire seule. Ajoutons que l'action trophique de la galvanisation, ainsi que nous le verrons bientôt, est très supérieure à celle que peuvent exercer les autres modes d'électrisation et qu'en conséquence l'emploi du courant de pile facilite très probablement la réparation des organes dégénérés.

Pour toutes ces raisons, on doit placer la galvanisation en tête des moyens d'excitation des nerfs et des muscles.

Le plus ancien des procédés consiste dans l'emploi des courants labiles de Remak.

On fixe une électrode assez large sur un point indifférent et on la relie avec le pôle positif. Le pôle négatif est relié à un large tampon ou mieux au rouleau d'Amussat qui est promené lentement sur les nerfs et sur les muscles. Le courant doit avoir une intensité juste suffisante pour provoquer des contractions nettes. Remak a également relié l'électrode mobile au pôle positif.

L'effet produit est modérément intense dans les cas ordinaires, mais très actif lorsque les muscles sont en état de dégénérescence avancée.

D'après Erb, l'action fortement excitatrice de cette manipulation ne proviendrait pas des fluctuations qui se manifestent dans la force du courant, car on ne verrait presque aucune fluctuation dans les indications du galvanomètre. Pendant le déplacement de l'électrode

treraient suecessivement dans le domaine du courant et seraient ainsi excitées.

Depuis les travaux de Chauveau et de Brenner, on donne souvent la préférence à l'exeitation polaire. Celle-ci doit être employée sur le muscle pendant la période de perte de l'excitabilité du nerf.

Le plus souvent on relie l'éleetrode aetive au pôle négatif (N) ; cependant dans les eas graves où PF devient prédominant, on utilise le pôle positif (P).

Les interruptions du courant, réglées par un métronome, doivent s'élever à un nombre variable avee le mode de contraction des museles ; elles seront d'autant moins fréquentes que les contractions seront plus lentes.

En cas de lésion centrale avee conservation de l'excitabilité du nerf, on peut recourir à l'excitation unipolaire du nerf moteur. Mais on eomprend que ee procédé ne puisse être appliqué que lorsque la lésion est limitée à un département nerveux particulier.

Dans ces divers cas le nombre des interruptions sera de 60 par minute au plus pour des séances de cinq à dix minutes.

Lorsque l'atrophie musculaire par lésion nerveuse est ancienne, l'excitation produite par ces diverses procédés est parfois incapable de déterminer une réaetion. Il est alors possible, dans quelques cas, d'obtenir des contraetions musculaires en modifiant l'excitabilité des muscles par l'emploi préalable d'un courant non interrompu.

En général, on se sert dans ce but du pôle positif. Après avoir laissé passer le courant pendant quelques minutes, courant dont on augmente très progressivement l'intensité, on pratique des interruptions, ou bien

étant devenu le pôle actif, on fait des interruptions. On emploie quelquefois aussi les alternatives voltaïques ou renversements brusques du courant après polarisation de quelques minutes avec le positif. Ce procédé douloureux est actuellement presque délaissé.

Dans les maladies où les muscles conservent leur excitabilité faradique, on peut utiliser les courants induits.

On aura soin de choisir pour les muscles les extra-courants ou les courants de la bobine à fil gros et court, de faible intensité, afin d'éviter une excitation trop forte pouvant être suivie de contracture.

Pour l'excitation des organes à fibres lisses on se sert, soit de la galvanisation interrompue avec intermittences rares, soit encore des extra-courants ou des courants de la bobine à gros fil avec intermittences rares (3 à 4 par minute).

Dans ces dernières années, on a employé fréquemment les décharges du condensateur à feuilles d'étain pour pratiquer l'excitation des muscles. On donnera la préférence à ce procédé dans tous les cas où l'on obtiendra une réaction musculaire.

Rappelons encore l'usage des combinaisons des courants continus avec les courants faradiques. Les indications n'en sont pas encore parfaitement précisées.

Enfin, notons que l'excitation des muscles peut encore être provoqué à l'aide des décharges statiques. Celles-ci constituent parfois le seul moyen actif. Dans quelques cas très graves les décharges statiques ne donnent une réaction qu'après polarisation préalable de la région à l'aide du courant de pile.

VINGT-CINQUIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

III. Électro-thérapie générale. — 1° *Procédés locaux* (suite). — *Action sédative :* moyens propres à obtenir l'action sédative. — *Action trophique :* procédés développant des effets trophiques. — Renseignements topographiques relatifs à la mise en œuvre des procédés locaux.

Messieurs,

Nous avons déjà fait remarquer que l'excitation locale du système sensitif par l'agent électrique entre dans le groupe des moyens révulsifs. Il est donc possible d'obtenir des effets sédatifs par voie indirecte ou réflexe en agissant sur les nerfs sensibles de la peau par les procédés excitants que nous connaissons déjà et notamment par la faradisation au pinceau. Les résultats thérapeutiques de ce genre de révulsion sont surtout appréciables en cas de douleurs. Action sédative.

C'est encore ici le moment de rappeler le disque révulseur de Boudet de Pâris permettant de produire un vésicatoire instantané à l'aide du courant de pile.

La faradisation révulsive a été très souvent employée contre les névralgies, la colique de plomb (Briquet), les coliques hépatiques. Dans cette dernière circonstance, le mode d'action du courant faradique est assez difficile à expliquer. Toujours est-il que j'ai eu plusieurs fois l'occasion de calmer des crises violentes de coliques hépatiques par la faradisation de la région

tisation antéro-postérieure, un tampon étant placé au creux épigastrique et une plaque étant fixée dans le dos.

La méthode sédative recommandée par Frommhold consiste dans l'emploi de courants faradiques faibles, dont l'intensité est progressivement augmentée, puis progressivement diminuée.

Dans un grand nombre de cas on se sert, pour obtenir un effet sédatif, du courant galvanique, de préférence même au courant faradique.

Les procédés capables de calmer l'excitabilité du système sensitif ne sont pas encore nettement précisés. En conséquence, on est parfois condamné dans la pratique à opérer par tâtonnements. Nous avons à considérer à cet égard les effets imputables à l'intensité du courant, à sa direction, à l'action polaire.

On a souvent dit que les courants faibles élèvent l'excitabilité, tandis que les intenses sont calmants. En réalité, il n'y a rien d'absolu à cet égard. L'intensité du courant doit varier surtout suivant le siège des phénomènes douloureux. Au niveau de la tête et du cou, dans les points où le courant rencontre des organes très sensibles, il importe, nous l'avons déjà dit, d'employer des courants faibles. Ceux-ci doivent être relativement forts lorsqu'on agit sur le tronc ou sur les membres.

Pendant longtemps on a attaché une grande importance à la direction du courant. On a reconnu dans ces dernières années que l'influence de la direction n'a rien d'absolu. Une douleur peut être annihilée aussi bien à l'aide d'un courant descendant que d'un courant ascendant. D'où le précepte, dans les cas où l'on

courant inverse.

L'action polaire produit des résultats plus constants. Lorsqu'on veut obtenir une action sédative, on place l'électrode positive au niveau des points douloureux et on emploie un courant continu de durée et d'intensité progressivement croissantes.

Il faut avoir grand soin d'établir lentement le courant et de le ramener de même à zéro. Il est probable que la modification produite est une conséquence de la polarisation des tissus et que l'action est analogue au phénomène précédemment décrit sous le nom d'électrotonus.

Remak et, depuis, beaucoup d'autres praticiens ont reconnu l'utilité de traiter ainsi les points de pression. On désigne sous ce nom ceux qui sont douloureux à la pression (points névralgiques) ou qui le deviennent sous l'influence du courant, lorsqu'on applique un instant à leur niveau un tampon relié au pôle négatif.

Le procédé réussit, non seulement dans les névralgies, mais aussi parfois lorsque les douleurs sont symptomatiques d'une affection centrale (ataxie, hystérie, neurasthénie). On emploiera des courants faibles ou moyens, plus utiles, en général, que des courants intenses. Cependant la sciatique exige souvent l'emploi de courants relativement forts.

Le même procédé est applicable à quelques-uns des phénomènes pathologiques se rattachant à un état d'excitabilité anormale de la sphère motrice. Je fais allusion ici à la crampe des écrivains, aux contractures dites essentielles, au tic douloureux, etc.

Les méthodes de traitement s'adressant spécialement aux désordres moteurs, tels que les convulsions

chenne a vanté la faradisation des muscles antagonistes. On peut agir également sur ces muscles à l'aide de la galvanisation discontinue.

Parfois on a essayé la galvanisation continue faite avec des courants faibles au niveau même des muscles rigides. Les résultats de cette pratique sont moins constants.

L'électrisation par le mode statique fournit également des procédés locaux dont le résultat se traduit par une sédation. Ainsi l'excitation locale déterminée par les étincelles et par la friction se complique d'actions réflexes dont l'effet peut être sédatif. C'est pourquoi on peut réussir à calmer par ces procédés les douleurs des neurasthéniques et des hystériques, aussi bien et parfois mieux encore qu'avec la faradisation.

Mais le procédé sédatif par excellence, et dont l'action est probablement directe, consiste dans l'emploi du souffle électrique. Ce moyen est efficace dans un bon nombre de névralgies.

Quant à l'aigrette elle a une action tantôt sédative, tantôt excitante. Elle ne produit d'ailleurs qu'une révulsion très légère.

Action trophique.

Nous avons dit, à propos des effets physiologiques de l'électricité, que les divers modes d'électrisation agissent sur les vaso-moteurs, sur les vaisseaux sanguins et probablement lymphatiques, sur les échanges moléculaires, et parfois aussi sur la nutrition générale ; que le courant de pile détermine en outre des phénomènes d'électrolyse, de cataphorèse. C'est à l'ensemble de ces influences, dont quelques-unes sont d'ailleurs encore mal connues, que l'on donne en Allemagne, depuis Remak, le nom d'effets catalytiques, et qui caractérisent

phique.

Il est très probable que, dans beaucoup de cas, l'effet thérapeutique doit être rapporté à ce genre d'action qui, quoique encore obscure, mal précisée, est attestée par nombre d'observations cliniques. C'est cette action trophique qu'on doit rechercher, lorsqu'au lieu de tirer les indications des symptômes, on remonte jusqu'à la cause de la maladie, et qu'on se préoccupe de modifier la lésion elle-même. Ainsi, dans une maladie de la moelle épinière, par exemple, on peut, par l'électrisation, chercher à réveiller dans les membres le mouvement et la sensibilité; — tel est le but des procédés étudiés jusqu'à présent — ou bien tendre à modifier la lésion médullaire elle-même. C'est à cette dernière indication que répondent les procédés suscitant surtout des actions trophiques.

L'emploi de ces procédés est particulièrement indiqué dans les maladies du système nerveux avec lésions matérielles; dans les maladies des nerfs et des muscles, dans les affections suraiguës et chroniques des muqueuses, de l'appareil lymphatique, dans les maladies des articulations, de la peau, etc.

D'une manière générale, on s'adressera de préférence au courant de pile, et obligatoirement dans tous les cas où il sera nécessaire d'atteindre des organes profonds. Les courants faradiques ne pourront guère modifier que des lésions superficielles. Le procédé le plus simple consiste à faire passer un courant continu d'intensité suffisante à travers la région malade, sans s'inquiéter du sens du courant.

D'assez nombreuses observations tendent à démontrer qu'au point de vue des effets trophiques le sens du

avantageux de changer de temps à autre le sens du courant. De même on n'aura pas à s'inquiéter de l'action polaire. Comme il s'agit de produire une polarisation de toute une région, l'action polaire est théoriquement indifférente, et si, dans la pratique, on observe parfois une action thérapeutique variable suivant le pôle actif, cela tient à ce qu'en réalité les effets produits sont toujours complexes. Quant aux interruptions de courant, elles peuvent être utiles dans quelques cas : par exemple lorsqu'on veut agir sur les muscles, sur les nerfs vasculaires et sur les vaisseaux, etc.

A côté de ce procédé, déterminant ce que Remak a dénommé la catalyse directe, il existe des moyens d'action qui provoquent des actions trophiques dans des points éloignés, par excitation des nerfs qui se rendent à une région malade. Ces derniers procédés réalisent la catalyse indirecte.

Galvanisation faite au cou.

Le plus intéressant des moyens capables de produire des effets trophiques consiste dans la galvanisation du grand sympathique cervical. C'est une sorte de méthode générale de traitement, à propos de laquelle il faut citer les noms de Remak, Benedikt, Moritz Meyer, Erb, etc.

Vous remarquerez qu'en cherchant à électriser le grand sympathique au cou, on produit en même temps par diffusion du courant dans les parties voisines, une excitation du nerf vague, de la carotide, des nerfs de la base du crâne et probablement aussi du cerveau et du bulbe. Il s'agit donc en réalité d'un procédé assez complexe dans ses effets. Aussi Erb lui a-t-il donné le nom de galvanisation appliquée au cou, et de Watteville celui de galvanisation sub-aurale.

celle de Benedikt.

Moritz Meyer place une électrode étroite, reliée au pôle négatif, à l'angle du maxillaire, près de l'os hyoïde et dirigée en haut et en arrière vers la colonne vertébrale. Le pôle positif, sous la forme d'une plaque assez large, est appliqué du côté opposé contre les apophyses épineuses de la cinquième à la septième vertèbres cervicales.

Le courant employé doit être de moyenne intensité; il peut être continu ou interrompu. On peut également en renverser le sens. L'application en est courte, d'une durée de une à trois minutes. On peut agir d'un côté ou alternativement des deux côtés.

Dans la méthode de Benedikt le pôle positif sous la forme d'un bouton est appliqué au niveau de la fosse jugulaire et le pôle négatif dans le point correspondant au ganglion cervical supérieur. On n'agit pas ainsi sur la moelle et pour ce motif on donne la préférence au procédé de Moritz Meyer.

La galvanisation pratiquée au cou a été appliquée dans des cas très divers. Elle a été proposée dans l'hémiplégie d'origine centrale, les névralgies du trijumeau, la migraine, les paralysies et les contractures des muscles de la face, la névro-rétinite et l'atrophie des nerfs optiques, dans la maladie de Basedow, l'épilepsie, l'atrophie musculaire progressive, dans le rhumatisme chronique déformant, dans la sclérodermie et certaines affections chroniques de la peau, telles que le prurigo et l'eczéma. Les résultats favorables publiés jusqu'à présent demandent à être confirmés.

Nous devons encore citer parmi les actions trophiques, les effets qui peuvent se produire à distance

fortement les nerfs sensibles de la peau. Beaucoup de ces effets réflexes déterminent simplement des phénomènes vaso-moteurs temporaires, analogues à ceux que nous avons mentionnés à propos de la révulsion et des autres genres d'excitation cutanée. Ils n'en sont pas moins intéressants à connaître, car il semble qu'on doive leur rapporter, au moins en partie, les résultats thérapeutiques obtenus dans le traitement de certaines maladies congestives ou inflammatoires des organes centraux, dans lesquelles on se borne à exciter certaines régions de la peau, notamment à l'aide de la faradisation.

Messieurs,

Notions topographiques.

Dans l'application des principaux procédés locaux que nous venons de décrire vous aurez à tenir compte, pour arriver à localiser exactement l'action électrique, des enseignements donnés par Duchenne et par von Ziemssen. Je vous présenterai une esquisse rapide des notions les plus importantes à connaître pour la pratique, en supposant que nous ayons à agir à l'aide de la faradisation.

A la tête, on a surtout étudié la région du nerf facial où l'on a le plus souvent à opérer. Il est utile, dans la plupart des cas, de chercher tout d'abord le tronc du nerf. On y parvient à l'aide d'une fine électrode que l'on dirige en avant du conduit auditif externe contre le bord postérieur de la mâchoire inférieure (fig. 97).

Quand le courant est fort, on obtient une contraction totale et frappante de toute la région faciale.

Pour les autres branches nerveuses, Erb indique trois rameaux principaux, ou plutôt trois ramifications.

au-dessus de la fente palpébrale, le rameau moyen qui anime les muscles situés entre les paupières et la bouche, enfin le rameau inférieur. Pour les autres

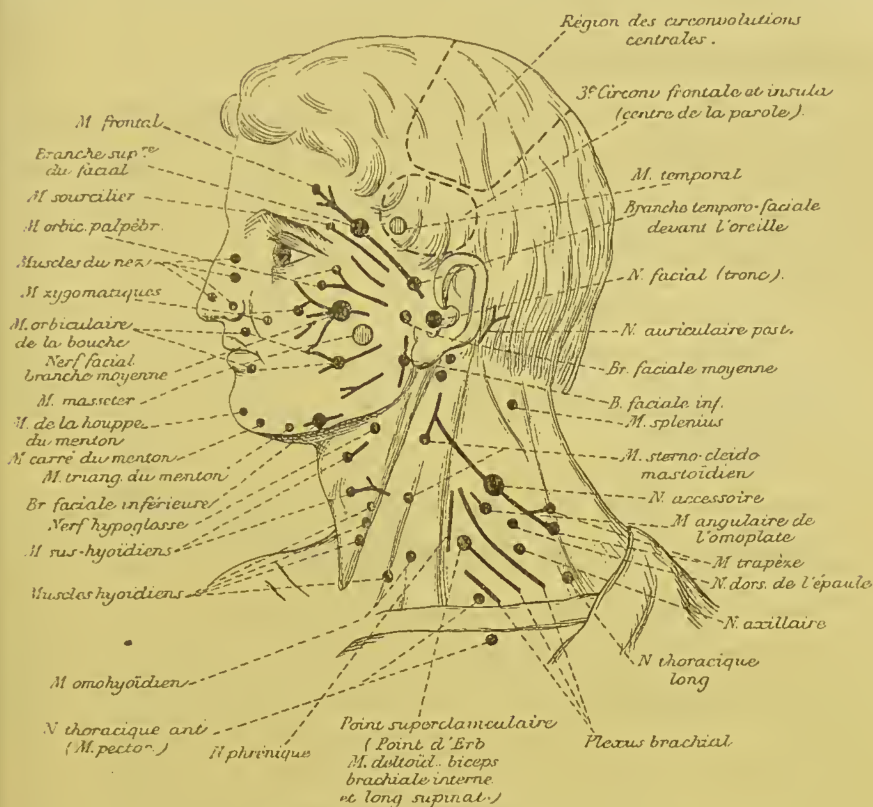


Fig. 97 (d'après Erb).

détails et pour les muscles, le tableau schématique (fig. 97) en dit plus que toute description.

Les points d'excitation des muscles varient beaucoup suivant les sujets. On doit les chercher avec une électrode très fine posée légèrement et avec un courant aussi peu intense que possible, car cette exploration est rendue douloureuse par la rencontre des rameaux du trijumeau.

Au cou, on trouve un grand nombre de nerfs importants et divers muscles.

Le nerf hypoglosse peut être excité à l'aide d'une

dessus de la corne de l'os hyoïde. Il faut employer un courant fort. Les muscles de la langue, du voile du palais et des régions supérieures de l'isthme peuvent être excités directement à l'aide d'une électrode convenablement recourbée.

Le nerf accessoire (spinal) est accessible dans une grande partie de son trajet; les deux muscles qu'il innerve, le sterno-cléido-mastoïdien et le trapèze, peuvent être facilement excités isolément. Il en est de même des muscles splénius et angulaire de l'omoplate. Plus rarement on aura à faire porter le courant sur les muscles hyoïdiens; il est possible cependant de les atteindre.

Dans la fosse sus-claviculaire on trouve le plexus brachial avec toutes ses ramifications et le nerf phrénique. Ce dernier ne peut guère être atteint isolément. Il faut le chercher le long du bord externe du sterno-cléido-mastoïdien avec une fine électrode qui glisse facilement à cause de la contraction du scalène. Erb donne le conseil de se servir d'une électrode fine, bifurquée, reliée au négatif. L'excitation de ce nerf détermine un mouvement brusque d'inspiration, s'accompagnant du soulèvement de l'épigastre et d'un bruit inspiratoire laryngien.

La faradisation rythmique de ce nerf, aidé de la respiration artificielle, indiquée par Duchenne, a été employée avec succès par von Ziemssen et depuis par divers praticiens pour combattre l'asphyxie et les accidents de la chloroformisation.

Il est assez facile, avec un peu d'attention, d'atteindre les diverses branches du plexus brachial (voir le schéma). En portant l'électrode en un point circonscrit, à peu

peu en dehors du bord postérieur du sterno-mastoïdien, au niveau de l'apophyse transverse de la sixième vertèbre cervicale, on peut déterminer la contraction simultanée du deltoïde, du biceps, du brachial antérieur et du long supinateur et souvent aussi du sous-scapulaire et du sus-scapulaire. Ce point, connu sous le nom de

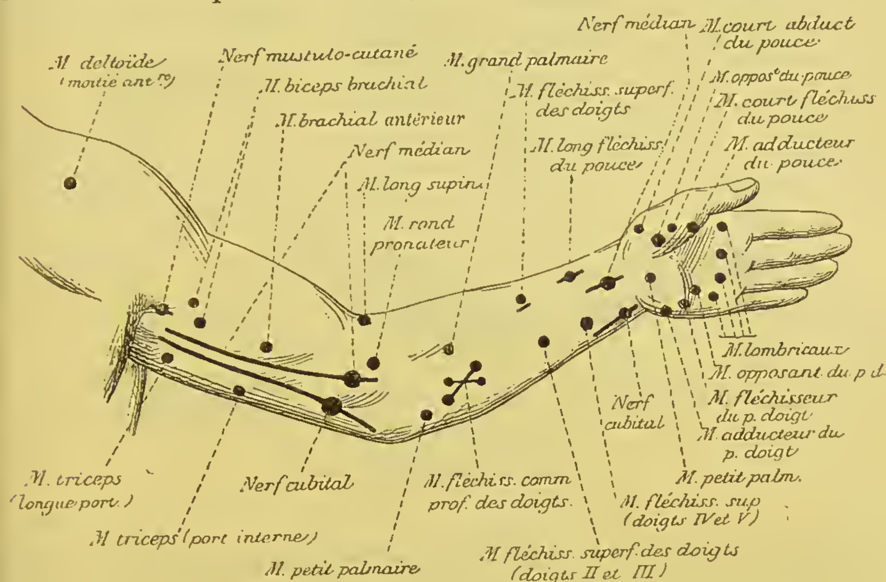


Fig. 98 (d'après Erb).

point d'Erb ou supra-claviculaire, présente une certaine importance pratique.

Au niveau du membre supérieur, nous signalerons, du côté de la flexion (fig. 98), le cubital et le médian qui peuvent être excités dans tout leur parcours le long du bord interne du muscle biceps. Le point le plus excitable du cubital est situé un peu au-dessus du condyle interne; celui du médian, au niveau du pli du coude, au point où le nerf repose assez horizontalement sur le faisceau musculaire des fléchisseurs. Pour l'excitation de ces nerfs, le bras doit être maintenu en légère flexion et les muscles doivent être relâchés aussi complètement que possible. On se servira d'un courant faible.

du bord antérieur de l'aisselle, entre le coraco-brachial et le biceps.

A l'avant-bras le nerf cubital et le nerf médian sont accessibles à une petite distance au-dessus du poignet : le cubital est très rapproché du tendon du muscle

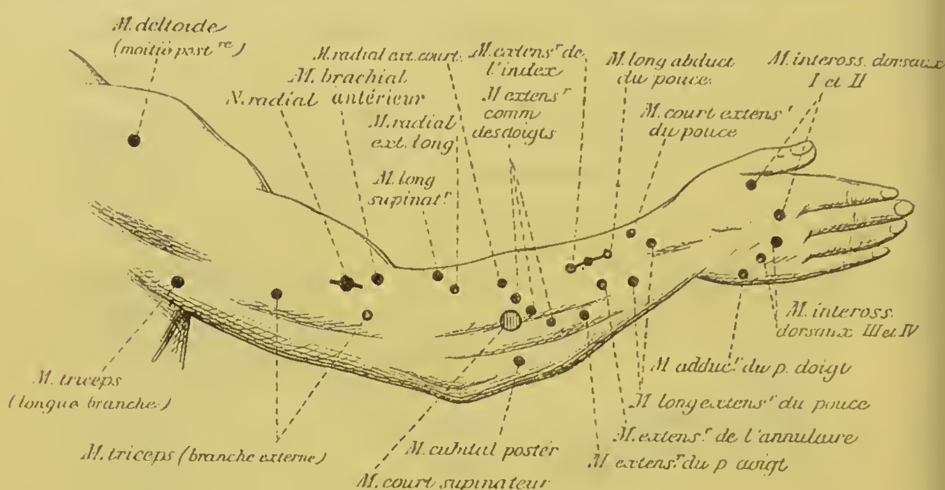


Fig. 99 (d'après Erb).

cubital antérieur; le médian est situé entre les tendons du radial interne et du grand et du petit palmaire.

Pour l'excitation des muscles, les points marqués sur le schéma donnent des renseignements suffisants. En excitant le biceps, on évitera le nerf médian. Il est difficile, au niveau de l'avant-bras, d'exciter isolément les muscles servant à la flexion; cela est d'ailleurs rarement utile. A la main on obtient facilement l'excitation des muscles des éminences thénar et hypothénar, on réussit moins aisément à provoquer celle des lombricaux.

Dans le creux de l'aisselle, les nerfs qui peuvent être atteints isolément sont l'axillaire, le radial et le thoracique latéral dont l'excitation fait contracter le grand dentelé.

(fig. 99), le seul nerf qui puisse être excité est le radial au moment où il contourne l'os. L'opération est assez difficile à exécuter. On doit chercher le nerf à peu près au milieu d'une ligne qui relie l'insertion du deltoïde

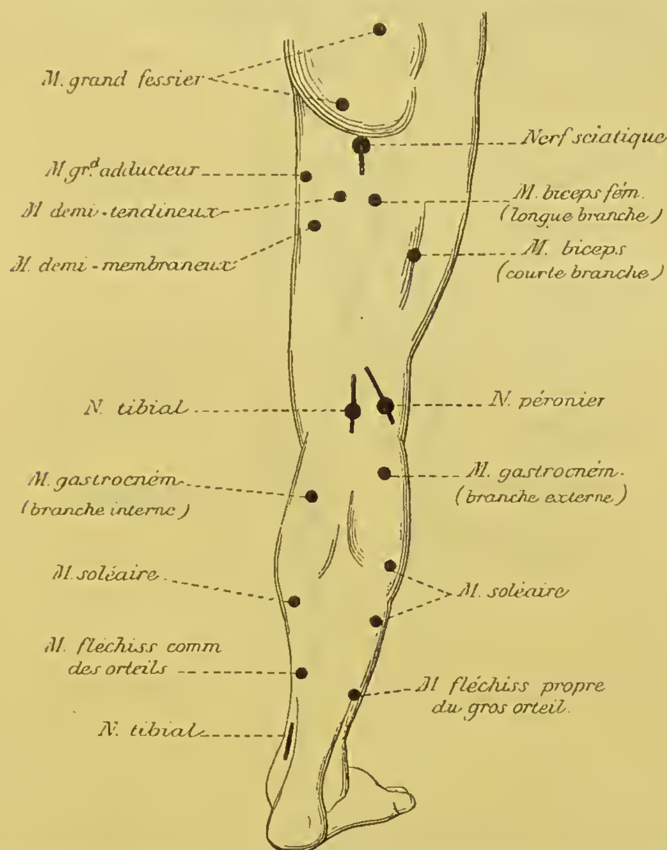


Fig. 100 (d'après Erb).

au condyle externe, entre les saillies du long supinateur et du brachial antérieur.

Les muscles, à l'exception du court supinateur, peuvent être facilement excités.

Au niveau du tronc, on ne peut pratiquer que des excitations musculaires.

Pour l'excitation des nerfs et des muscles des membres inférieurs, les indications notées sur les figures 100, 101 et 102 sont suffisantes.

renseignements pour pratiquer certaines excitations locales. Pour l'électrisation du crâne, qui ne peut être faite qu'avec des courants continus faibles, sans aucune interruption, il faut connaître les points qui correspondent aux parties profondes. La région de la troisième circonvolution frontale est atteinte en un point situé un

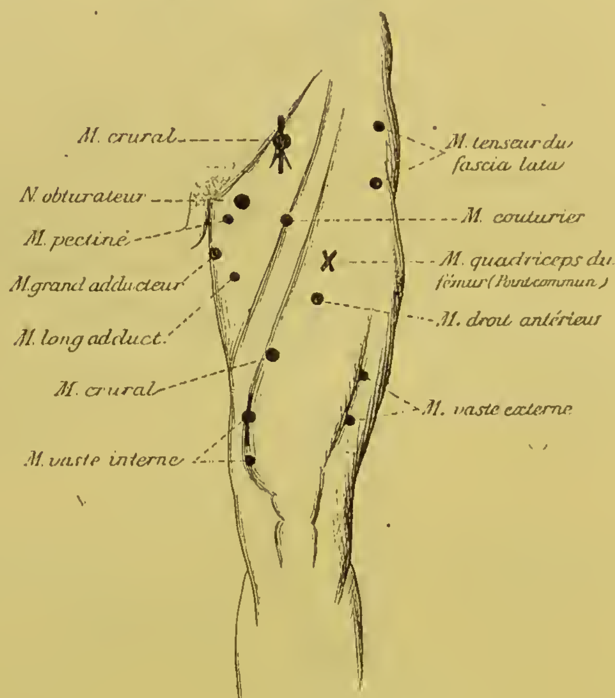


Fig. 101 (d'après Erb).

peu en avant et au-dessus de l'oreille; la région des circonvolutions centrales s'étend de là en arrière vers le vertex. La moelle allongée se trouve entre les apophyses mastoïdes et les deux fosses auriculo-mastoïdiennes; la région des gros ganglions de la base correspond aux tempes, etc.

Suivant la position des électrodes, on distingue la galvanisation médiane, du milieu du front au milieu de l'occiput, la galvanisation unilatérale gauche et droite, d'une bosse frontale à la bosse occipitale correspon-

rale, occipitale, etc.

On doit faire en sorte que la lésion se trouve située

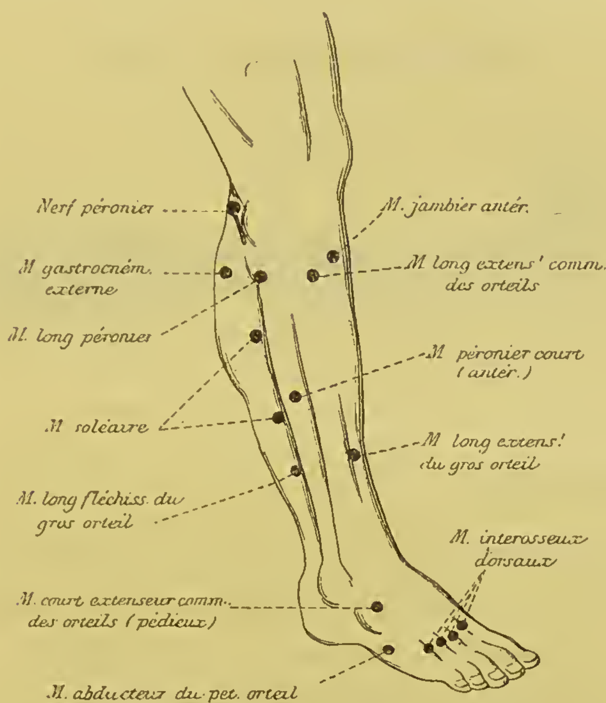


Fig. 102 (d'après Erb).

sur le trajet de la plus courte ligne réunissant les deux pôles.

Au niveau du rachis, on doit considérer la place du renflement cervical, s'étendant des troisième et quatrième vertèbres cervicales jusqu'à la deuxième vertèbre dorsale; celle du renflement lombaire, de la dixième vertèbre dorsale à la deuxième vertèbre lombaire.

VINGT-SIXIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (SUITE).

III. Électro-thérapie générale. — Renseignements complémentaires touchant certaines applications locales. — 2° *Procédés généraux :* faradisation généralisée, galvanisation générale ; galvanisation centrale; bains électriques.

Messieurs,

Procédés locaux particuliers.

Bien que je veuille me borner à une description sommaire des méthodes générales de traitement par l'agent électrique, je ne puis pas abandonner le sujet des procédés locaux sans vous donner quelques renseignements complémentaires sur la pratique de ces applications locales. Certains organes, certaines régions du corps exigent, en effet, un outillage particulier et une mise en œuvre un peu spéciale dont nous n'avons pas encore eu l'occasion de parler. Je serai d'ailleurs très bref sur cette partie de nos études, car nous avons déjà eu l'occasion d'en parler à propos de certaines médications et nous aurons encore à y revenir quand nous nous occuperons des traitements.

Tout d'abord je mets sous vos yeux un excitateur particulier, dû à Boudet de Pâris. Dans les applications localisées du courant de pile, on est parfois gêné par la formation des courants dérivés. Cet inconvénient est surtout notable quand on opère à la face, sur les parois du crâne ou au niveau du cou. L'excitateur à

Un anneau métallique recouvert de peau de chamois (fig. 103), et vissé sur un manche à bouton interrupteur, est mis en rapport avec l'un des pôles de la pile; un bras coudé, isolé du reste de l'appareil par une petite lame d'ébonite, supporte le pôle actif, représenté par

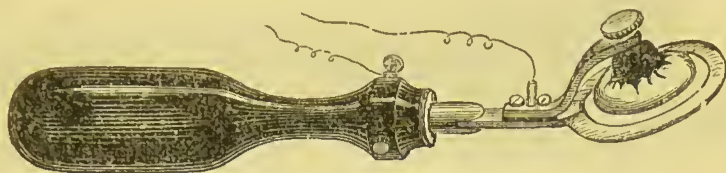


Fig. 103.

un tampon de charbon recouvert de peau de chamois. Cet excitateur a été utilisé surtout par Boudet pour la galvanisation des nerfs ou des muscles de la face (paralysies du facial, névralgies du trijumeau, tic douloureux).

Je ne vous indiquerai pas les excitateurs spéciaux, imaginés pour agir sur les organes des sens, car ces détails relèvent surtout de la pratique spéciale. Mais il me paraît utile de vous fournir quelques indications touchant les applications que le médecin est appelé à faire au niveau des cavités internes et des organes à fibres lisses.

L'excitation de l'utérus s'opère le plus souvent à l'aide des courants faradiques. On peut pratiquer une faradisation vaginale simple ou une faradisation intra-utérine. Dans l'un et l'autre cas, dans le dernier surtout, on doit prendre des précautions antiseptiques.

Pour la faradisation vaginale, on peut se servir soit de l'excitateur vulvo-utérin de Tripier (fig. 104) ou de l'excitateur vaginal bipolaire d'Apostoli (fig. 105).

Lorsqu'on emploie ce dernier instrument, il est porté doucement dans le vagin et appuyé légèrement

tiquer la faradisation utérine, on utilise soit l'excitateur utérin simple de Tripier (fig. 106), soit l'excitateur bipolaire d'Apostoli. Dans le procédé de Tripier, le circuit est fermé sur le ventre, au-dessus du pubis, par

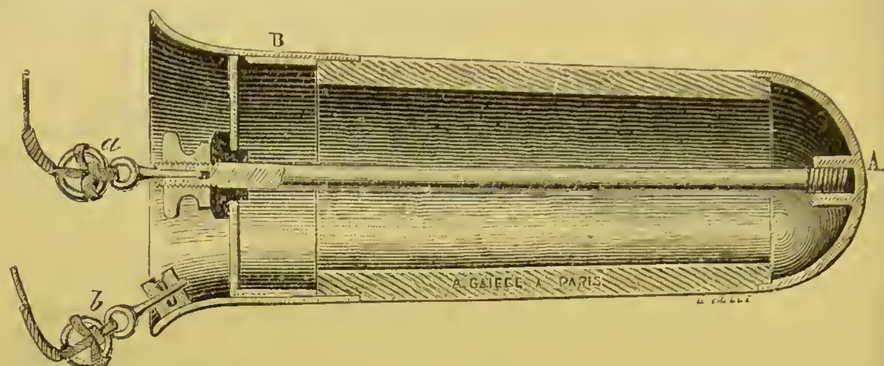


Fig. 104.

deux larges tampons aboutissant à un fil réophorique bifurqué. La méthode d'Apostoli concentre les deux pôles dans l'utérus même.

Dans l'un et l'autre cas, l'électrode doit être introduite doucement et aseptiquement jusqu'au fond de la cavité utérine, la région cervicale étant plus sensible



Fig. 105.

à l'électrisation. Ce genre d'application, dont la durée ne doit pas dépasser 3 à 5 minutes, est surtout utile dans l'inertie utérine et les hémorragies qui en sont la conséquence.

Pour la galvanisation utérine, qui peut être faite suivant le mode continu ou suivant le mode discontinu, on introduit dans le vagin un excitateur à éponge, tel que celui de Chéron, le pôle inactif étant représenté

licale (fig. 107).

La vessie peut être excitée par des procédés analogues.

Pour la faradisation, Duchenne avait imaginé un réophore vésical double, composé de deux tiges métalliques flexibles, introduites dans une sonde à double courant (fig. 108). Il est plus simple



Fig. 106.

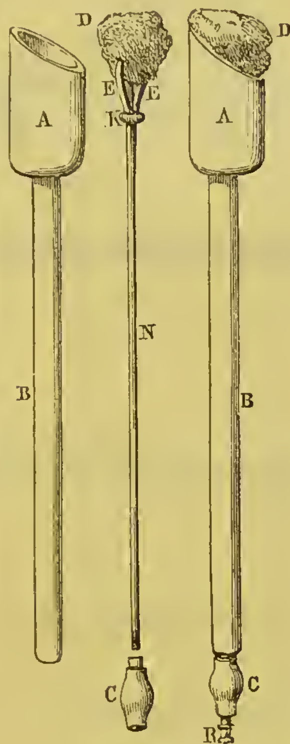


Fig. 107.



Fig. 108.



Fig. 109.

d'employer la sonde exploratrice de Guyon. Elle se compose d'un petit mandrin métallique terminé par une olive qui se visse à l'extrémité du fil métallique (fig. 109). Imaginée dans le but de se rendre compte de la dimension des rétrécissements, elle représente l'instrument le plus pratique pour effectuer la faradisation soit de l'urèthre, soit de la vessie.

vessie, Boudet de Pâris s'est servi d'un dispositif analogue à celui que nous allons décrire à propos de l'électrisation de l'intestin. La sonde vésicale creuse (fig. 110) renferme un simple fil de platine et conserve

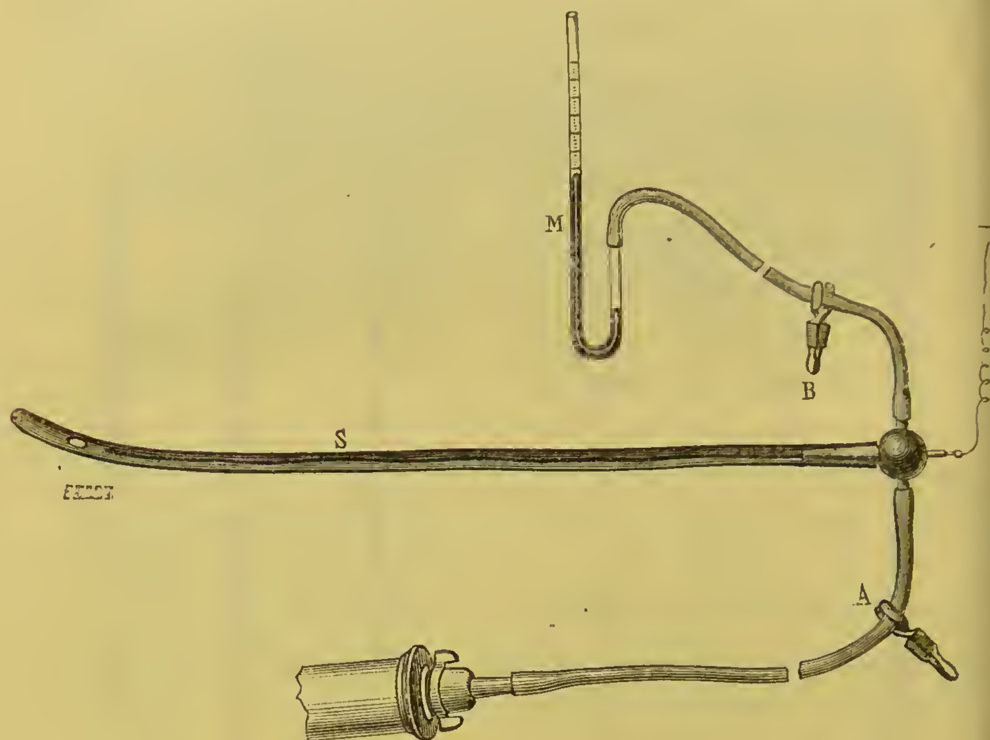


Fig. 110.

ainsi toute sa souplesse, en même temps qu'elle peut être aussi fine qu'on le désire.

A cette sonde est adaptée un court mandrin creux et branché. A l'une des branches correspond un tube qui permet de vider la vessie et de remplacer l'urine par une certaine quantité d'eau. Comme il importe de se rendre compte de l'intensité de la réaction vésicale, l'autre branche aboutit à un manomètre à eau ou à mercure. On peut ainsi, par une imitation du procédé qui a été imaginé par Mallez pour l'étude de l'énergie de la contraction vésicale, observer et mesurer la plus petite contraction de la vessie.

obtenir des contractions énergiques du paquet intestinal dérive aussi du précédent. Il a été indiqué dans mon cours de l'année dernière à propos de la médication antidyspeptique. Je crois utile néanmoins de lui donner une place ici.

Pour éviter les escarres de la muqueuse que pourrait occasionner l'emploi des forts courants nécessaires dans quelques cas, Boudet constitue, à l'aide d'un dis-

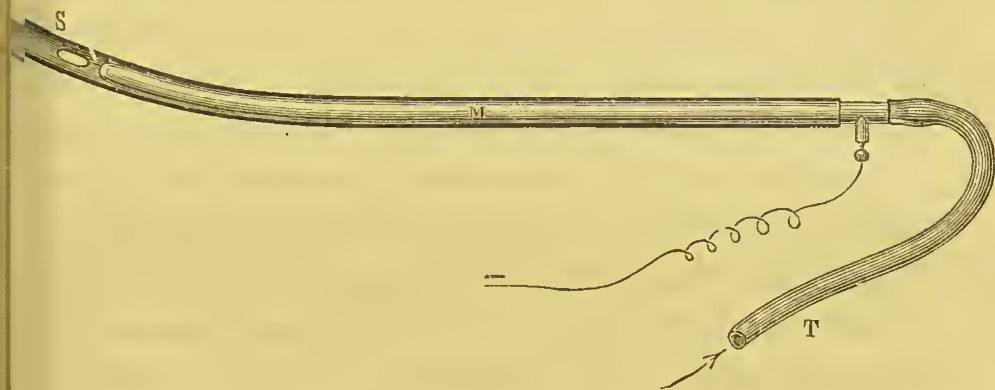


Fig. 111.

positif particulier, une sorte d'excitateur liquide à surface très étendue. Une grosse sonde en gomme (fig. 111) est introduite dans le rectum. Elle est armée d'un mandrin métallique tubulaire dont l'extrémité n'atteint pas le niveau de l'œil latéral de la sonde. Ce mandrin est rattaché par un fil conducteur à un des pôles de la batterie.

Au moyen d'un tube de caoutchouc, il est raccordé à la canule d'un irrigateur ou d'une seringue et on peut ainsi emplir le rectum d'eau légèrement salée.

L'autre pôle de la batterie aboutit à une grande plaque placée, soit dans la région dorsale, soit sur l'abdomen. La méthode la plus active consiste à faire passer un courant progressivement croissant jusqu'à 40 M.A., le pôle positif correspondant à l'électrode

nutes, le sens du courant. Bientôt naissent de fortes contractions péristaltiques. On peut les exciter à l'aide de quelques interruptions très espacées.

Pour les procédés analogues, utilisés dans le but d'exciter l'estomac, je renverrai à mes leçons sur la médication antidyspeptique.

Procédés généraux.

Dans un assez grand nombre de cas, le traitement électrique a pour but, non plus d'agir sur une région limitée du corps, mais de produire une modification de l'innervation ou de la nutrition générale. On s'adresse alors à des méthodes capables d'impressionner tout l'organisme et qui déterminent des effets complexes. Ce sont les divers procédés d'électrisation générale.

Franklinisation générale.

Le bain électrostatique, bien qu'il soit le plus doux, le moins excitant de ces procédés, est doué d'une action thérapeutique indéniable qui le rend précieux dans un assez grand nombre de circonstances. Il a été employé avec succès dans la plupart des névroses par Mund, Stein, Benedikt, Charcot, etc. Dans la neurasthénie, Stein recommande le bain d'air positif. Le même genre de bain a été employé par Féré dans les névroses électriques, chez des sujets donnant des étincelles à l'extrémité des doigts ou éprouvant un état de fatigue avec troubles vaso-moteurs, attribuable à une déperdition exagérée d'électricité. On a encore utilisé le bain statique dans l'anémie et dans certaines formes de dyspepsie, rattachées, à tort ou à raison, à un état névropathique.

Les autres procédés d'électrisation générale qu'il nous reste à décrire sont la faradisation et la galvanisation généralisées, la galvanisation centrale et les bains électriques.

le malade est placé sur un plateau de cuivre chaud et humide, relié au pôle négatif, ou bien assis sur une large éponge mouillée attachée au même pôle.

Le médecin électrise soit avec la main, soit avec un excitateur à éponge.

On promène d'abord l'électrode active sur le front, la tête, la nuque, puis avec des courants plus forts sur la colonne vertébrale, sur le cou au niveau du grand sympathique, du nerf vague, du phrénique, etc. En passant plus tard au niveau de l'épigastre, on s'y arrête un certain temps. La séance est terminée par une excitation énergique des muscles des membres.

Cette pratique détermine une excitation générale assez intense, capable de susciter du malaise, du tremblement, parfois même la syncope. Au bout de quelques jours, elle amène de la fatigue, des douleurs musculaires, de la céphalalgie et de l'insomnie.

Mais, après un certain nombre de séances, tous ces phénomènes disparaissent, le sommeil revient, l'appétit est augmenté, la circulation se fait avec une nouvelle activité, le volume des muscles s'accroît, les douleurs disparaissent : au malaise des premiers jours succède un sentiment de bien-être.

En réalité donc, l'effet thérapeutique obtenu est une action sédative et reconstituante.

Aussi le procédé a-t-il été recommandé dans les cas de neurasthénie générale et dans les épuisements consécutifs aux convalescences longues et difficiles.

Il a été employé avec succès par Maienfisch, par Mœbius et depuis par un assez grand nombre d'autres médecins.

La *galvanisation générale* a été réglée par Väter von Artens de la manière suivante : Galvanisation générale.

électrode négative fixe, comme pour la faradisation générale, et l'électrode positive active est représentée par une large éponge de 30 centimètres carrés de surface. Cette électrode, tout en se déplaçant, ne doit jamais cesser d'être en contact avec les téguments. On la laisse séjourner sur certains points. Väter fait deux tours supérieurs, deux tours inférieurs, un tour céphalique, un tour rachidien.

Pour le tour supérieur, l'éponge est placée entre la cinquième et la septième vertèbres cervicales et reste fixe. On règle le courant qui doit être faible et on promène lentement l'électrode sur les parties latérales du cou jusqu'à la fosse auriculo-maxillaire, puis suivant le bord antérieur du sterno-cléido-mastoïdien, on descend sur le sternum et on revient transversalement en dehors sur le plexus brachial et de là sur les muscles pectoraux et sur le bras en suivant la gouttière bicipitale. On passe sur le nerf médian, sur les points moteurs du cubital, puis sur les muscles fléchisseurs de l'avant-bras jusqu'au rebord cubital, sur la main, puis sur le côté radial de l'avant-bras, sur le point moteur du radial, sur le triceps et sur le deltoïde pour revenir au point de départ dans la fosse sus-claviculaire. Le second bras est traité de même.

Après le second tour supérieur, on promène plusieurs fois l'électrode de haut en bas et de bas en haut le long de la colonne vertébrale.

Le tour céphalique consiste à placer l'électrode sur la nuque, puis sur le processus mastoïde d'un côté; de là on contourne l'oreille, on passe sur la région temporale, sur le front, puis sur la région temporale du côté opposé, etc., pour revenir au point de départ. Les

baire ; de là on se dirige vers les parties latérales du ventre pour aller exciter les membres inférieurs en commençant par le nerf crural et en opérant comme pour les membres supérieurs.

Chaque tour supérieur et inférieur dure deux à trois minutes ; le tour céphalique une demi-minute au plus, le tour rachidien une demi-minute. Le courant doit être faible, surtout lorsqu'on passe au niveau des centres nerveux, des plexus et des gros troncs.

Galvanisation centrale.

La *galvanisation centrale* de Beard ou paracentrale de Väter consiste dans l'application d'une large électrode négative fixe sur l'abdomen, et dans la promenade de l'électrode-éponge, positive, de 30 centimètres carrés de surface, sur les parties qui correspondent aux centres nerveux. On passe d'abord sur le front d'un côté à l'autre, puis sur le centre crânien de Beard, c'est-à-dire sur le sommet du crâne, entre les deux oreilles, les cheveux étant très mouillés. De là on se dirige vers l'occiput, puis vers la fosse auriculo-maxillaire pour descendre sur les parties latérales du cou jusqu'à la cinquième ou la septième vertèbre cervicale, de manière à couvrir le centre cilio-spinal et on termine la séance par une friction le long de la colonne vertébrale. Le courant doit être faible et la durée de l'opération de dix à quinze minutes.

Les effets de la galvanisation générale seraient sensiblement les mêmes que ceux de la faradisation générale.

La galvanisation centrale déterminerait surtout l'amélioration du sommeil, l'augmentation de l'appétit et des forces musculaires, le réveil de l'intelligence, la disparition de la fatigue. On n'observerait pas, après

duite seulement par la faradisation généralisée.

Les indications de ces moyens généraux sont assez nombreuses. Elles comprennent indépendamment des névroses, les maladies qui s'accompagnent de troubles de la nutrition et qui ont entraîné, par leur longue durée, une déchéance plus ou moins intense de l'organisme.

On admet qu'au cas où l'on veut agir spécialement sur le système nerveux central, la préférence doit être accordée à la galvanisation générale ; que la faradisation générale a une action plus marquée sur la peau, sur les masses musculaires et qu'elle est propre surtout à déterminer une action générale tonique.

Quant à la galvanisation centrale, Beard l'emploie spécialement dans les états neurasthéniques, accompagnés seulement d'une légère atteinte de la nutrition générale et des forces musculaires. Dans les autres cas, il donne la préférence à la faradisation généralisée.

Bain électrique.

L'électrisation généralisée s'obtient encore à l'aide des bains électriques, dont l'emploi est relativement récent.

D'après Bouillon-Lagrange, l'idée en serait due à Moretin (1864). En 1866, Séré présenta à l'Académie des sciences un modèle de bain électrique composé d'une baignoire de ciment, aux extrémités de laquelle étaient disposées deux plaques de charbon conduisant le courant. A cette époque on fit quelques essais de ces bains à l'hôpital Saint-Louis.

Depuis, le bain électrique a fait l'objet de quelques recherches de la part de C. Paul (1871 et 1880), et il a été étudié plus récemment d'une manière scientifique par Stein, Eulenburg, Lehr, etc.

bain local a été abandonné. Il s'agit donc d'un bain dans lequel le corps du malade plonge en entier dans l'eau. Ce bain peut être administré avec le courant de pile ou avec le courant d'induction. Il y a donc un bain faradique et un bain galvanique. L'un et l'autre peuvent être unipolaire ou bipolaire. Enfin Stein a imaginé une pratique particulière à laquelle il donne le nom de douche électrique.

Il est intéressant de se rendre compte des conditions physiques qui se trouvent réalisées par l'immersion du corps dans l'eau.

Au moment où le malade plonge dans le bain, la résistance du circuit extérieur diminue, de sorte que l'intensité du courant augmente.

Ainsi, pour un certain nombre de couples, on a :

$$I = \frac{E}{r + R}$$

r étant comme toujours, la résistance intérieure de la pile, R, la résistance extérieure, représentée par l'eau du bain. Cette résistance R devient plus petite quand le malade est dans l'eau. On a, toutes choses égales d'ailleurs :

$$I' = \frac{E}{r + R - R'}$$

R′ représentant la quantité dont la résistance du circuit se trouve diminuée.

Lehr a démontré que la diminution de la résistance ne provient pas de l'augmentation de la section du conducteur aqueux occasionnée par l'immersion. Cette diminution persiste, en effet, lorsqu'on ramène le niveau de l'eau à la hauteur antérieure. Cette expé-

est traversé par le courant.

Diverses autres considérations physiques et plusieurs expériences faites par Weisflog avec le courant induit, par Stein avec le courant de pile, ont permis d'établir que le corps plongé dans l'eau fait partie intégrante du circuit extérieur et n'est pas, comme l'ont cru quelques auteurs, dans les conditions physiques d'un circuit en dérivation. Les études déjà anciennes de Chauveau, sur l'excitation unipolaire, n'avaient d'ailleurs laissé aucun doute sur ce point.

Il résulte de là que le bain monopolaire a l'inconvénient de déterminer un courant d'une densité trop élevée au niveau de la partie située hors de l'eau et destinée à fermer le circuit.

On donne, en général, la préférence au bain bipolaire et on se sert d'un nombre de plaques supérieur à deux. En augmentant ainsi la section du conducteur, on facilite le passage du courant, aussi bien à travers le corps qu'à travers l'eau. Les plaques doivent être d'égale surface. En cas contraire, le courant devient trop dense au niveau de la plus petite et le patient éprouve un picotement lorsqu'on emploie le courant galvanique, une secousse musculaire lorsqu'il s'agit du courant faradique. Stein s'est arrêté à la disposition suivante : le pôle positif est relié à une plaque échancrée, placée au niveau de la tête, et le pôle négatif correspond à deux plaques, l'une située aux pieds et l'autre entre les jambes. Les mains du malade doivent être appliquées le long des cuisses.

On a reproché au bain bipolaire d'être le siège de phénomènes de polarisation, d'une part au contact des électrodes et de l'eau, de l'autre au niveau de l'eau et

lieu à des courants inverses contrariant le courant principal. Lorsque les électrodes sont grandes, la densité du courant est faible et les phénomènes de polarisation sont réduits à un minimum. C'est précisément l'inverse dans le bain unipolaire : le courant devient très dense en certains points où la polarisation atteint son maximum. Il en résulte une sensation très désagréable au niveau des mains mouillées servant à fermer le circuit en dehors de l'eau, et cela particulièrement quand on emploie le bain positif. Il importe de ne pas chercher à rendre l'eau meilleure conductrice en y ajoutant des sels ou des acides, car on irait ainsi à l'encontre du but cherché : on entraverait le passage du courant à travers le corps. Par le fait de l'immersion la résistance de l'épiderme est considérablement diminuée et le courant faradique peut, dans ces conditions, agir plus profondément que dans toute autre méthode.

La douche électrique de Stein s'administre de la manière suivante :

Un grand récipient rempli d'eau salée, placé à une certaine hauteur, communique par un tuyau à un appareil à l'aide duquel on peut donner une douche en jet ou une douche en pluie.

A cet appareil est soudée une borne à laquelle on peut fixer le réophore positif ou négatif de la batterie ou de l'appareil d'induction. Le malade, assis dans le bain, est en rapport avec le pôle de nom contraire.

Lorsqu'on ouvre le robinet de l'appareil hydrothérapique, l'eau, sortant par la pomme d'arrosoir ou par l'ouverture de la lance pour venir frapper la peau du malade, ferme le circuit et provoque une forte exci-

trique. La mobilité du tuyau de douche permet de localiser l'action excitatrice, d'ailleurs renforcée par celle de l'eau.

La pratique de Stein présente encore une particularité intéressante. Elle consiste à produire une sorte de massage électrique avec une électrode à rouleau au moment où le malade est sur le point de quitter le bain. Cette application se fait pendant qu'il se tient debout dans l'eau qui sert ainsi d'électrode.

Pour le bain faradique, le plus souvent utilisé, on emploie une bobine à très gros fil, donnant de la quantité et actionnée par deux éléments au bichromate ou par deux accumulateurs. Le bain galvanique exige l'emploi d'une batterie d'intensité, par exemple d'une batterie de 30 à 40 couples au bisulfate, la résistance à vaincre étant assez considérable.

Effets du bain électrique.

Le bain électrique produit des modifications du pouls, de la respiration, de la température, de la sensibilité farado-cutanée; il permet, en outre, d'exciter les nerfs moteurs et les muscles et il influence la nutrition générale.

D'après Eulenburg, la fréquence du pouls diminue de 8 à 12 pulsations dans le bain faradique et de 10 à 30 dans le bain galvanique. Lehr a vu survenir des palpitations et de l'arythmie avec les courants de forte intensité.

La fréquence de la respiration est également diminuée (Eulenburg), et ce phénomène est plus marqué dans le bain bipolaire que dans l'unipolaire (Lehr).

La température du corps s'abaisse constamment, que le bain soit faradique ou galvanique (Lehr).

L'excrétion de l'urée est nettement augmentée par

ment par le bain monopolaire négatif.

L'action des bains électriques est, en somme, d'après les travaux d'Eulenburg et de Lehr, très analogue à celle des bains excitants thermiques ou chimiques. Elle peut aboutir, au bout d'un certain temps, à un effet de sédation générale.

Emploi thérapeutique.

Ces bains ont été employés empiriquement dans tous les cas où l'on a reconnu l'utilité de l'électrisation généralisée, c'est-à-dire dans les névroses (hystérie, neurasthénie, hypochondrie, maladie de Basedow, etc.), et dans certaines affections chroniques (arthrite déformante, goutte chronique, dyspepsie rebelle, etc.). Leurs indications sont sensiblement les mêmes que celles de l'électrisation générale. Ce n'est d'ailleurs pas autre chose qu'un procédé d'électrisation générale et souvent le seul qu'il soit permis d'employer lorsque le patient est du sexe féminin.

Les effets produits sont également ceux de l'électrisation générale : amélioration du sommeil, retour rapide et persistant de l'appétit, surtout dans la dyspepsie, régularisation des fonctions intestinales, relèvement de la nutrition générale et par suite augmentation du poids corporel, etc.

D'après Lehr, la durée du bain électrique doit être courte, de dix à quinze minutes, lorsqu'on veut déterminer une action sédative et tonique. Elle peut être portée à trente minutes dans les cas où l'on veut obtenir une diminution de l'excitabilité sensitive et motrice (tremblements, spasmes, contractures, etc.). La température de l'eau est de 32 à 35°; elle doit être plus élevée pour les rhumatisants que pour les autres malades.

VINGT-SEPTIÈME LEÇON

ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTRISATION (FIN).

III Électro-thérapie générale (*fin*). — Emploi des propriétés cataphoriques, chimiques et thermiques du courant de pile : introduction des médicaments à travers la peau; essais d'électro-chimie; galvanocaustique chimique ; galvanothermie.

Messieurs,

Introduction des médicaments.

Le passage du courant de pile à travers un composé salin tend, vous le savez, à le décomposer; en même temps, lorsque deux solutions sont séparées par une membrane, il y a entraînement dans le sens du courant ou dans un sens inverse suivant les corps sur lesquels on agit. Ces phénomènes, dont nous nous sommes occupés à propos de l'électrolyse et de la cataphorèse, ont été utilisés en thérapeutique. On a cherché notamment à faciliter le passage de certains médicaments à travers la peau intacte à l'aide du courant de pile.

Les premiers essais, faits par Munk, B. W. Richardson, Onimus, avaient fait naître l'espoir d'entrer en possession d'une méthode nouvelle et active d'introduction des médicaments dans l'organisme, lorsque Lauret soumit la question au contrôle d'une expérimentation précise.

Lauret se servait d'un seau en fer-blanc haut et étroit, portant, soudée à ses parois, une borne métallique pouvant recevoir l'un des réophores d'une batterie. Le

d'une solution médicamenteuse et le circuit de pile était fermé à l'aide d'une large électrode appliquée sur le bras et reliée à l'autre réophore de la batterie. Les conclusions de cet observateur consciencieux, énoncées en 1885, sont très réservées. Lauret fit voir, en effet, que le nombre des substances médicamenteuses dont l'absorption cutanée peut être facilitée par le courant est très restreint; que ces substances ne sont pas absorbées intactes; que certains de leurs éléments, mis en liberté par l'action électrolytique, sont seuls capables d'être résorbés; que, par exemple, l'emploi de solutions iodurées, bromurées ou sulfurées, peut être suivi de l'absorption d'iode, de brome ou de soufre; enfin que les doses absorbées sont trop minimes pour que ce genre d'introduction des médicaments puisse être d'une grande efficacité.

Il reconnaît, cependant, que l'application du procédé est parfois suivie en pratique de résultats thérapeutiques.

Depuis cette époque, les essais de ce genre ne se sont pas beaucoup multipliés; citons cependant la méthode qu'Edison a proposée pour faire dissoudre les tophus de la goutte. Ce grand physicien fait tremper les mains ou les pieds des malades dans deux vases, dont l'un renferme une solution de sel de lithine (chlorure de lithium), l'autre de l'eau salée; le premier vase est relié au fil positif de la batterie, le second au fil négatif. L'examen des urines lui a fait voir que, dans ces conditions, une proportion notable de lithine passe dans la circulation générale. Ajoutons aussi qu'Imbert de la Touche a proposé de traiter le rhumatisme et la goutte par la catapohrèse, en employant un procédé déjà

grandes électrodes-éponges dont l'une, celle qui est est reliée au pôle positif est imbibée de la solution médicamenteuse. On doit se servir de fortes intensités et monter graduellement jusqu'à 80 à 100 milliampères.

Ces diverses sortes d'applications partielles ne font certainement pénétrer que de petites proportions de substances actives. Il n'en est pas de même, paraît-il, lorsqu'on agit sur toute la surface cutanée, ainsi que proposent de le faire Gaertner et Ehrmann.

Gaertner a fait construire une baignoire divisée en deux compartiments à l'aide d'un diaphragme. Celui-ci peut s'adapter presque hermétiquement au corps humain. Les parois et le plancher de la baignoire sont tapissés d'électrodes, formées par des plaques de cuivre ou de zinc revêtues d'une couche de bois perforé. L'un des compartiments est relié au positif de la batterie, l'autre au négatif et ils communiquent entre eux par le corps du patient, le diaphragme étant construit avec une substance isolante et l'eau ne passant, d'un compartiment à l'autre, que par des fentes presque capillaires. Dans ces conditions, la plus grande partie du courant, dont l'intensité est mesurée au galvanomètre, passe par le corps et, de plus, la densité du courant est égale dans tous les points submergés. A l'aide de cet outillage, les auteurs ont administré des bains au sublimé. Ils ont mis 4 gr. de sublimé dans le compartiment inférieur, relié au pôle positif et ont employé une intensité de 100 M. A. Dans tous leurs essais, il y eut après le bain une élimination très notable de mercure par l'urine.

Il n'est pas encore temps de se prononcer sur la valeur de ces diverses pratiques. La dernière paraît

applications localisées, mais elle n'a pas encore fourni ses preuves.

G. Gautier a conçu une autre méthode qu'il propose de nommer électro-chimique. Au lieu d'utiliser les propriétés du courant pour activer l'endosmose, il a eu l'idée de faire servir sur place les produits de la décomposition électro-chimique des médicaments. Voici un exemple d'une des opérations qu'il a pratiquées. Il retire par ponction d'une poche purulente 150 gr. de pus, et injecte dans le foyer une quantité égale de solution iodo-iodurée, puis fait passer un courant en laissant dans la poche le pôle positif de la batterie. La solution employée a pour formule : eau distillée — 20 ; iodure de potassium — 1 ; glycérine — 3. Il se produit de l'iode à l'état naissant, capable d'exercer sur les parois du foyer une action microbicide et cicatrisante.

G. Gautier aurait traité ainsi avec succès le lupus, l'actinomycose de la face, l'arthrite fongueuse, les abcès tuberculeux, le sycosis, etc.

Il s'agit là encore d'un procédé à l'étude.

Emploi des propriétés électrolytiques du courant.

Ce procédé dérive de la galvanocaustique chimique ou chimie-caustie voltaïque de Tripier, employée déjà depuis assez longtemps. Aujourd'hui les applications des propriétés chimiques du courant de pile se sont à tel point multipliées et perfectionnées qu'il serait nécessaire, pour en décrire les principales, d'y consacrer plusieurs leçons. Je dois me borner à vous en donner un court aperçu.

Vous vous souvenez que le courant de pile produit, au niveau des électrodes, des phénomènes chimiques dont l'intensité est en rapport avec la densité du courant. Lorsque les électrodes sont métalliques, il

se produise des escarres, sèches au niveau du pôle positif, humides au niveau du négatif. Si l'on enfonce, par exemple, deux aiguilles d'or dans les tissus d'un animal, à quelques centimètres de distance l'une de l'autre, et qu'on les relie chacune à un pôle d'une batterie, en faisant passer un courant de 15 à 20 M. A., on verra tout d'abord la peau pâlir au niveau de chaque point d'implantation des aiguilles. L'effet produit est plus prononcé au niveau du pôle négatif que du positif.

En laissant passer le courant pendant quelques minutes, il se formera une petite escarre circulaire autour de chaque aiguille. L'escarre produite par l'aiguille positive est brune, sèche, longue à se détacher; l'escarre formée au niveau de l'aiguille négative est blanche, molle et suivie d'un travail cicatriciel qui marche deux fois plus vite.

La première est identique à la cautérisation des téguments par les acides, la seconde à une cautérisation par les alcalis caustiques.

Opérons maintenant sur du sang ou plus simplement sur une solution d'albumine (de blanc d'œuf) et plongeons-y nos aiguilles. Au bout de quelques minutes, on remarque autour de l'aiguille reliée au pôle négatif une sorte de mucus mousseux, résultant de l'action des alcalis et du dégagement gazeux; autour de l'aiguille positive, une sorte de coagulum solide, sans mousse, qui prend une coloration ocreuse lorsque l'aiguille est en fer.

Galvanocaustique chimique.

Ce sont ces effets chimiques que l'on a pour but de produire lorsqu'on utilise l'électrolyse médicale, c'est-à-dire la galvanocaustique chimique (chimie-caustie voltaïque de Tripier).

qui se pratiquent au
avec des excitateurs très conducteurs, mis directement en contact avec les tissus, dans le but, soit de déterminer la destruction partielle ou complète des tissus, soit d'amener une modification dans la composition chimique des tissus et des liquides en contact avec les excitateurs.

Dans quelques-unes de ces opérations, il y a lieu de tenir compte, au point de vue thérapeutique, des modifications qui se produisent autour des points directement touchés, dans une zone plus ou moins étendue, et qui se traduisent consécutivement par une tendance à la disparition de certaines lésions. Tripier a donné à cette action thérapeutique, représentant le résultat éloigné de l'électrolyse, le nom de *résolution électrique*. Cette expression ne comprend pas tous les résultats qui peuvent succéder à l'électrolyse.

Dans le traitement des anévrysmes, par exemple, les applications électriques suscitent des actes assez complexes qui ne peuvent pas entrer dans le cadre de l'action résolutive.

Dans un certain nombre de cas, la destruction des tissus doit être complète. Tel doit être le résultat de l'électrolyse appliquée au traitement des rétrécissements de l'urèthre ou du col utérin, des fistules, des tumeurs malignes, etc.

Dans d'autres circonstances, on cherche seulement à établir rapidement un trajet, une voie de communication entre l'extérieur et certaines tumeurs profondément situées (abcès périutérins ou périnéphrétiques, kystes hydatiques, etc.). Ce genre d'opération a reçu de Tripier le nom de *cautérisation tubulaire*.

L'outillage nécessaire pour pratiquer ces diverses

Toute batterie médicale peut servir; mais il faudra se rendre compte de la résistance à vaincre et choisir le genre de couples et le nombre de ces couples en conséquence. Les opérations ordinaires ne nécessitent pas l'emploi de hautes intensités.

Celles-ci n'interviennent que dans les opérations imaginées par Apostoli pour le traitement de certaines maladies des femmes. Il faudra dans ces cas avoir à sa disposition une batterie assez puissante, un galvanomètre pouvant indiquer une intensité élevée, jusqu'à 300 M.A. et un collecteur permettant de prendre les couples un à un, ou, à son défaut, un rhéostat.

L'outillage particulier est surtout représenté par les divers genres d'excitateurs.

Dans un bon nombre de cas, un des pôles est inactif. Comme il est souvent nécessaire d'employer un courant intense, on a dû chercher à empêcher la formation des escarres au niveau de l'électrode indifférente en lui donnant une grande surface, c'est-à-dire en rendant le courant peu dense à son niveau. A cet effet, Boudet de Pâris a proposé de placer une grande plaque de 20 centimètres de côté sur chaque cuisse et souvent aussi une troisième plaque sur les reins. Ces trois plaques, reliées ensemble, représentent une surface totale d'environ 12 décimètres carrés, ce qui permet d'obtenir une forte intensité avec un nombre relativement peu élevé de couples.

Électrode de terre glaise.

Apostoli a imaginé dans le même but une électrode spéciale qui est actuellement employée dans les applications gynécologiques nécessitant l'intervention de hautes intensités. Cette électrode est en terre glaise, et il est bon que le médecin puisse la fabriquer lui-même.

et exempte de sable. Elle doit être très molle, de manière à pouvoir adhérer à la peau et se mouler exactement sur les parties où elle est appliquée. Cette région est généralement l'abdomen.

Pour obtenir cette électrode, il suffit d'avoir un cadre de bois ou de fer, rectangulaire, de 30 centimètres sur 18, d'un centimètre et demi de hauteur. On y applique un morceau de tarlatane à grandes mailles préalablement mouillée et on a ainsi un espace dans lequel on dispose la terre sous la forme d'un gâteau bien humide. On rabat les coins de la tarlatane qui débordent et on enlève le gâteau de terre de son moule. On applique à sa surface une large électrode métallique que l'on enfonce modérément dans la terre.

Électrodes actives.

Les électrodes actives sont dans la plupart des cas des aiguilles en or ou en acier. Leur longueur est forcément très variable; leur diamètre est compris entre les limites extérieures d'un tiers de millimètre à un millimètre (fig. 112).

Lorsque l'électrolyse doit être faite profondément (traitement des anévrysmes, par exemple), on a soin de recouvrir les aiguilles d'une épaisse couche de vernis isolant, sauf à leur pointe, sur une longueur de quelques millimètres. Ce vernis a pour but de protéger la peau et les tissus en contact avec l'aiguille contre l'action chimique qui, sans cette précaution, aurait lieu sur toute la longueur et déterminerait la formation d'escarres souvent fort dangereuses. Buij a proposé d'émailler de verre la portion protégée des aiguilles.

Pour enfoncer et pour retirer les aiguilles, on utilise les instruments que Dujardin-Beaumetz a fait construire pour le traitement électrolytique des anévrys-

seul coup et rapidement l'aiguille à la profondeur vou-
lue (fig. 114). Le *tire-aiguille*, construit sur le modèle du tire-bouchon perfectionné, permet d'éviter tous les accidents auxquels on était exposé après les cautérisations positives, alors qu'on employait la pince (fig. 113).

L'instrument prend son point d'appui sur la peau


Fig. 112.



Fig. 113.

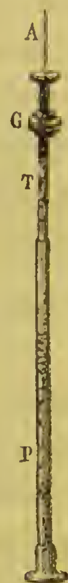


Fig. 114.

autour de l'aiguille et celle-ci serrée dans un écrou à pas de vis, est retirée sans effort, sans oscillations et suivant la direction même qu'elle avait en entrant dans la tumeur.

Les aiguilles doivent être mises en rapport avec la pile au moyen de fils réophoriques très minces et très légers se terminant par une petite serre-fine qui se fixe à l'extrémité libre de l'aiguille.

Lorsqu'il s'agira de détruire une tumeur superficielle, un nævus, par exemple, ou bien de pratiquer l'épilation, la destruction des chalazions, etc., l'aiguille sera simplement fixée dans un porte-ai-

Au niveau de la face, le dispositif précédent doit être modifié à cause des effets de dérivation.

L'expérimentation a démontré à Boudet de Pâris que la zone dangereuse a pour limite inférieure une ligne circulaire passant au niveau des apophyses mastoïdes et des ailes du nez. La joue, le nez, l'œil, la tempe et le front sont compris dans cette zone.

Pour les tumeurs siégeant dans cette région, on évite tout accident en utilisant les excitateurs concen-



Fig. 115.

triques de Boudet de Pâris, avec lesquels nous avons déjà fait connaissance. Dans le cas présent, le tampon de charbon est remplacé par l'aiguille (fig. 115).

On peut opérer ainsi les nævi, les kystes sébacés, les chalazions. Pour les tumeurs érectiles, on peut se servir d'une plaque percée à son centre d'un orifice assez large pour laisser place à plusieurs aiguilles.

Les rétrécissements de l'urèthre, qui ont été traités avec succès par l'électrolyse (Tripier, Mallez, Jardin, Fort) exigent l'emploi d'un uréthrotome spécial (uréthrotome de Jardin). C'est un uréthrotome ordinaire dans lequel le couteau mousse est mis en communication avec le pôle négatif d'une batterie.

Le traitement de l'hypertrophie des amygdales se pratique à l'aide d'un excitateur spécial, dû encore à Boudet de Pâris. La glande est embrochée par une

embrassée par un anneau métallique négatif.

La cautérisation tubulaire se pratique avec un trocart d'un diamètre et d'une longueur variables. L'instrument peut être en acier, en or ou en platine. Malgré l'inconvénient que présente l'acier lorsqu'on fait une cautérisation positive (ce qui n'est pas ordinaire), le trocart d'acier a l'avantage d'être plus acéré et de mieux piquer.



Fig. 116.

Enfin je vous décrirai, en quelques mots les excitateurs employés dans la pratique gynécologique.

L'électrode nécessaire est l'hystéromètre en platine d'Apostoli (fig. 116). Il se termine à l'une de ses extrémités par une surface arrondie et polie, comme un hystéromètre ordinaire et à l'autre par une lance de trocart, afin que le même instrument puisse servir à la cautérisation en surface et à la cautérisation tubulaire. Sur une partie de sa tige il est enveloppé par un isolateur en celluloïd.

Dans un certain nombre de circonstances on donne la préférence aux électrodes de charbon d'Aposloli ou de Brivois, qui servent à pratiquer des cautérisations intra-utérines. L'électrode de charbon ordinaire mesure 2 centimètres de longueur et est de grosseur variable appropriée aux dimensions de la cavité utérine. Elle est portée sur un long manche de cuivre recouvert d'un isolateur de caoutchouc ou de celluloïd. Des divisions de 2 en 2 centimètres, reproduisant la

par des crans visibles à l'œil et sensibles au toucher, de telle sorte qu'en retirant cette électrode du fond de la cavité utérine pour la porter sur une autre partie à cautériser, on puisse se rendre compte du déplacement opéré. La longueur du charbon peut être

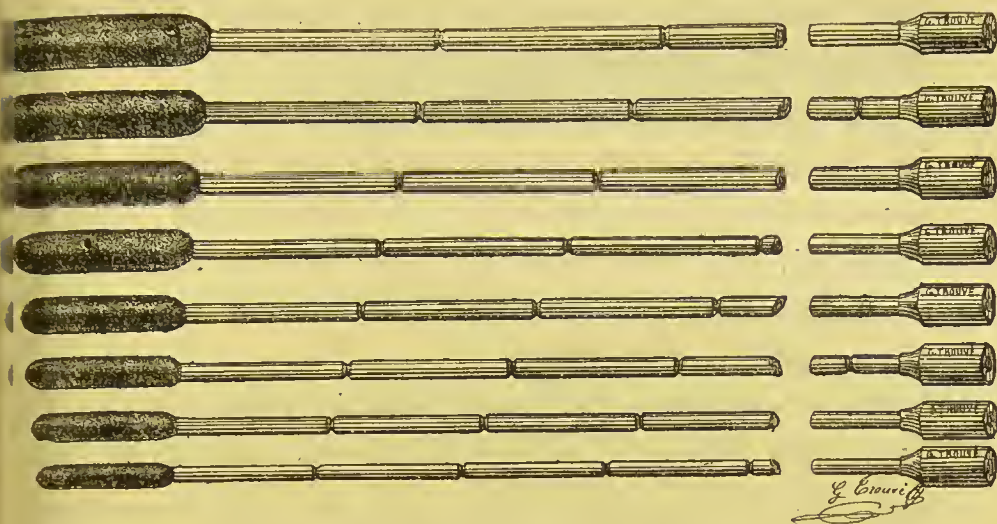


Fig. 117.

agrandie suivant les indications à remplir (fig. 117).

Le nombre des maladies traitées par la galvanocaustique chimique est considérable.

A celles que j'ai déjà eu l'occasion de citer j'ajouterai le goitre, le rétrécissement des voies lacrymales, les abcès ganglionnaires, ceux des grandes lèvres et de la marge de l'anus, les diverses espèces de kystes cutanés ou profonds, les lipomes, les tumeurs fibreuses, etc.

Je dois vous renvoyer pour le détail des opérations aux traités spéciaux. Nous aurons d'ailleurs, plus tard, à propos du traitement de quelques maladies, à discuter nous-même les indications de quelques-unes d'entre elles et à énoncer les résultats qu'on en peut obtenir.

galvanothermie, à vous en exposer les principes et à vous en montrer l'outillage ordinaire.

On donne le nom de cautère électrique ou de galvanocautère à un instrument dans lequel l'énergie calorifique est empruntée au courant de pile. On en doit l'introduction en chirurgie à J. Marshall, Nélaton, Middeldorf, Amussat fils.

Au moment où la thermocaustie voltaïque a été imaginée elle constituait un progrès considérable, dont la portée a été amoindrie par la découverte du cautère Paquelin. Mais ce dernier ne l'a pas détrônée complètement, car elle se prête à des usages spéciaux et possède des qualités particulières.

Pour pratiquer la thermocaustie voltaïque il est nécessaire d'employer comme source électrique les batteries de quantité qui ont été précédemment décrites. Actuellement on se sert le plus souvent d'un courant fourni par des accumulateurs.

Comme il est nécessaire que la température de la partie active du cautère puisse varier à volonté, l'intensité du courant doit être réglée à l'aide d'un rhéostat. La résistance totale étant ici très faible, de petites variations dans la résistance introduite suffisent pour faire varier très sensiblement l'intensité du courant.

Aussi peut-on employer un rhéostat très simple, tel que celui du polyscope Trouvé, fourni par un fil de maillechort enroulé en spirale dont on fait varier la longueur.

On peut aussi se servir, comme rhéostat, d'une éprouvette contenant du mercure. Le courant arrivant, par exemple, à la partie inférieure de la colonne de mercure,

le bouton qui ferme l'éprouvette.

Le galvanocautère ordinaire comprend un manche isolant (fig. 118); une partie conductrice formée par des tiges de laiton doré de grande section et par suite de résistance négligeable; le cautère proprement dit.

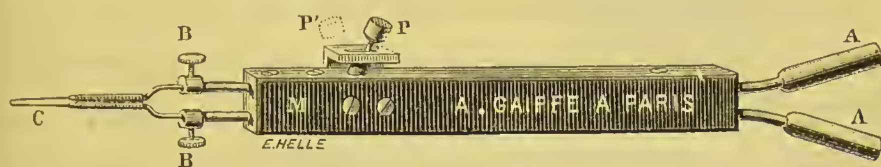


Fig. 118.

Les tiges traversent le manche isolant. Elles peuvent être d'une seule pièce ou de plusieurs qui se vissent ou se fixent les unes sur les autres. Dans l'intérieur du manche, l'une des tiges est formée de deux parties qui s'écartent l'une de l'autre lorsque le courant ne passe pas. On établit le contact au moyen d'un bouton P, au moment où l'instrument est mis en fonction. Un verrou peut immobiliser l'interrupteur lorsque l'opération doit avoir une certaine durée.

Le cautère proprement dit peut avoir une infinité de formes. Dans tous les cas il est en platine. C'est tantôt une lame aplatie (couteau galvanique), tantôt un fil de platine de faible section, auquel on peut donner la forme dont on a besoin.

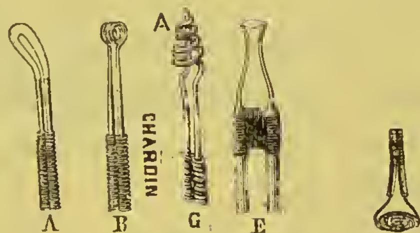


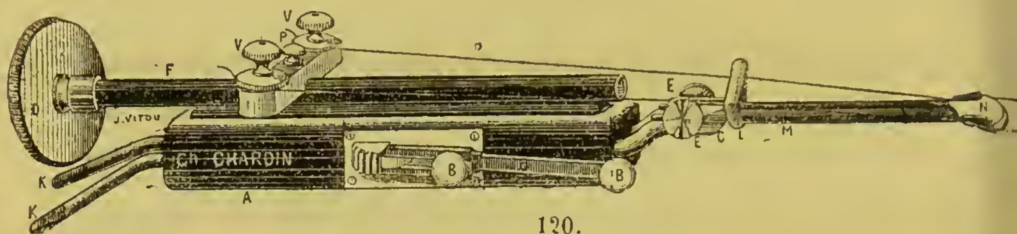
Fig. 119.

On le contourne en anse quand il s'agit de sectionner le pédicule de certaines tumeurs; on lui donne la forme d'une pointe plus ou moins émoussée quand il faut pénétrer dans un trajet, etc. (fig. 119).

de l'anse pendant l'opération.

Cette anse fait alors partie d'un long fil de platine dont les extrémités s'enroulent sur un treuil, ou bien sont fixées sur des pièces mobiles que l'opérateur déplace et arrête facilement (fig. 120).

La plupart des auteurs conseillent de maintenir au rouge sombre la température du cautère pendant la durée de l'opération. Onimus a fait remarquer que lorsque la température en est trop élevée, il coupe à la



120.

façon d'un bistouri, ce qui empêche d'agir avec la lenteur nécessaire pour que le sang soit coagulé. De là, pour les opérations qui s'exécutent sur des tissus pathologiques assez volumineux, la nécessité de faire varier l'intensité du courant à l'aide du rhéostat pendant le cours même de l'opération. On fera donc bien, pour se guider, d'essayer tout d'abord le cautère sur un morceau de viande ayant l'épaisseur des tissus à traverser et de noter les diverses résistances à obtenir à l'aide du rhéostat quand la section se produit dans de bonnes conditions.

La galvanothermie offre des avantages sérieux. Elle permet d'introduire et de retirer le cautère à froid, de maintenir ce cautère à la même température pendant toute la durée de l'opération ou, au contraire, d'en faire varier la température à volonté. Elle met en œuvre un instrument auquel on peut donner toutes

usages. Enfin le galvanocautère développe peu de chaleur rayonnante et, lorsqu'il a la forme d'une anse,

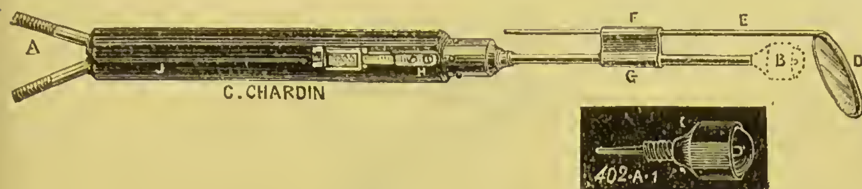


Fig. 121.

il possède à la fois les avantages du cautère et ceux de l'écraseur linéaire.

Appareils d'éclairage.

Les applications du galvanocautère dans les cavités

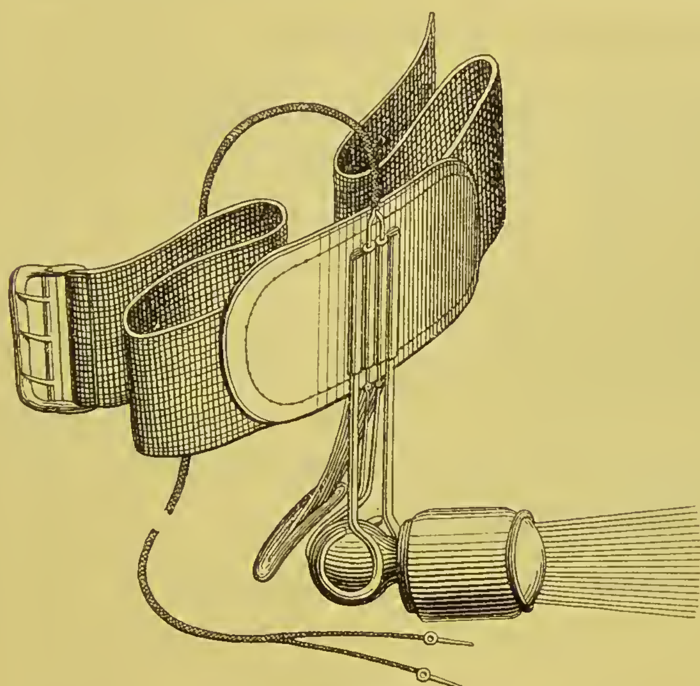


Fig. 122.

nécessitent l'emploi d'appareils d'éclairage que l'on emprunte également aux effets lumineux de l'électricité.

Tout praticien ayant chez lui l'outillage nécessaire à la thermocaustie voltaïque pourra en même temps

A cet égard, une visite chez un fabricant d'instruments, particulièrement chez Trouvé ou chez Chardin, vous en apprendra plus qu'une longue description.

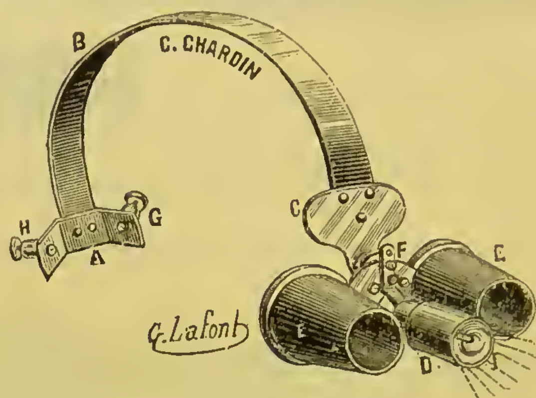


Fig. 123.

Qu'il me suffise de mettre sous vos yeux divers modèles de lampes à incandescence.

En voici une qui est adaptée à un laryngoscope (fig. 121). Une autre constitue la partie principale d'un instrument désigné sous le nom de photophore par Hélot et Trouvé; cet appareil peut être fixé sur le front de l'opérateur à la façon d'un petit phare dont on peut diriger les rayons lumineux sur le point qu'on veut éclairer (fig. 122 et 123).

VINGT-HUITIÈME LEÇON

PRESSION ATMOSPHÉRIQUE UTILISÉE COMME AGENT THÉRAPEUTIQUE

Idée générale de l'aérothérapie. — *Bains d'air comprimé :* description des appareils; effets physiologiques produits par les bains d'air comprimé. — Cure; ses indications.

MESSIEURS,

Ainsi que vous le savez, au fur et à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer, l'air se raréfie, et par suite la pression supportée par le corps diminue. En même temps la composition de l'air est modifiée. Ainsi à 5500 mètres d'altitude un litre d'air pèse moitié moins. De même, quand on s'enfonce dans l'intérieur de la terre, la pression extérieure augmente et la constitution de l'atmosphère est changée, l'air devient plus dense.

Dans l'une et l'autre de ces nouvelles conditions, les échanges gazeux, et par suite la plupart des fonctions, subissent des modifications plus ou moins notables. Aussi l'altitude est-elle un des éléments importants des climats et nous aurons à en tenir compte bientôt, quand nous nous occuperons des effets produits par les climats.

Mais sans obliger les malades à changer de résidence, on a pu, à l'aide d'appareils ingénieux, les soumettre à des atmosphères variables et obtenir ainsi chez eux certains effets particuliers.

le nom d'*aérothérapie*.

Les méthodes mises en usage en aérothérapie réalisent des conditions particulières qui diffèrent sensiblement de celles qui sont la conséquence d'un changement d'altitude. L'habitation en montagne ne peut procurer qu'une diminution de pression sur toute la surface du corps, tandis que les appareils aérothérapiques fournissent à volonté de l'air comprimé ou de l'ai rarifié. D'autre part, les climats d'altitude agissent d'une manière continue, plus ou moins prolongée, tandis que les appareils ne soumettent l'organisme à la raréfaction ou à la compression de l'atmosphère que pendant un temps limité. Enfin les méthodes aérothérapiques permettent de faire agir les changements de pression sur toute la surface du corps ou seulement sur l'appareil respiratoire. On doit distinguer, en effet, les bains d'air comprimé et les respirations d'air à pression variable.

Bain d'air comprimé.

Les bains d'air comprimé dérivent de la cloche à plongeur, qui semble, d'après Aristote, avoir été connue des anciens, bien que la découverte en soit rapportée à Sturmius, au XVIe siècle.

En 1786, Smeaton se servit pour la première fois d'une pompe foulante dans le but de faire parvenir dans la cloche à plongeur l'air nécessaire à la respiration.

Les effets produits par cet air comprimé sur l'oreille ainsi que sur la respiration furent remarqués par Hamel en 1820, et plus tard Colladon observa la guérison, par l'usage de la cloche, d'un plongeur dont la respiration était difficile.

Cependant l'emploi thérapeutique de l'air comprimé

1838.

Junod, en 1835, fit connaître le premier appareil imaginé pour le traitement des malades. Il fit voir que dans l'air comprimé le jeu de la respiration est facilité, que la capacité vitale du poumon augmente, que les inspirations deviennent plus profondes et moins fréquentes. Mais dans l'appareil qu'il imagina, les compressions et les décompressions avaient lieu avec brusquerie. Aussi sa méthode fut-elle jugée sévèrement par l'Académie des sciences à la suite d'un rapport fait par Magendie.

Bientôt, en 1840, Tabarié fonde le premier établissement aérothérapique à Montpellier. C'est à lui et à Pravaz (de Lyon) qu'on doit, en 1852, la solution de la question au point de vue pratique. Ces médecins insistent, en effet, sur la nécessité de comprimer et de décomprimer l'atmosphère des chambres pneumatiques d'une manière lente et ils fournissent les moyens d'arriver à ce résultat.

Bien que la méthode soit, vous le voyez, d'origine française, elle ne se répandit chez nous qu'avec peine.

A l'étranger, au contraire, de nombreux établissements d'air comprimé furent installés, en Autriche, en Suède, en Écosse, en Italie, en Danemark, en Russie, etc.

La pratique de ce moyen thérapeutique nous est revenue de l'étranger il y a quelques années sans avoir subi de notables améliorations, mais appuyée sur des travaux importants, parmi lesquels nous citerons particulièrement l'étude physiologique faite par von Vivenot.

Les bains d'air comprimé sont administrés dans des

types des cloches à plongeur Smeaton. En France, on se sert habituellement de l'appareil de Tabarié, modifié par Fontaine. Il se compose essentiellement d'une cloche et d'une pompe foulante (fig. 124).

La cloche est constituée par un cylindre et deux calottes hémisphériques, elle représente une chambre d'une capacité moyenne de 8 mètres cubes. On y pé-

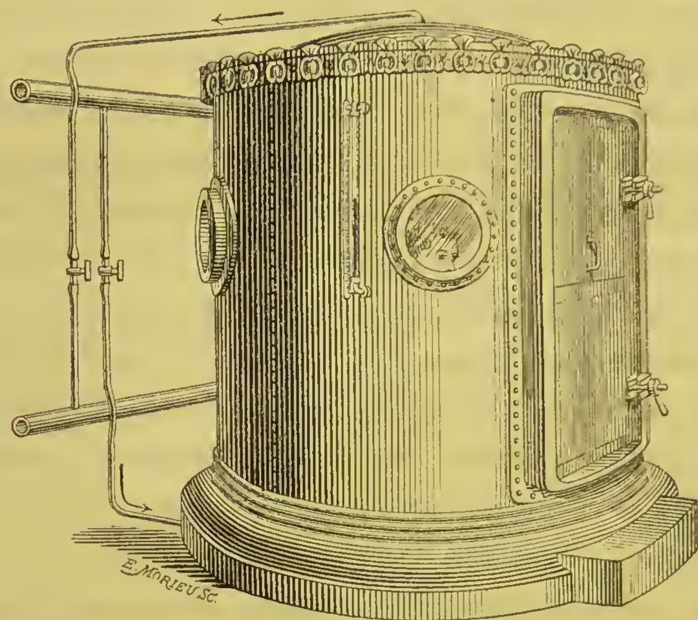


Fig. 124.

nètre par une porte qui s'ouvre de dehors en dedans. La pression qui y règne est indiquée par un tube en U à moitié rempli de mercure, dont une branche est dans la cloche et l'autre au dehors. Deux tuyaux aboutissent à la chambre pneumatique ; l'un d'eux sert à l'alimentation de la cloche ; l'autre à sa ventilation. Le premier fait communiquer la chambre avec un compresseur hydraulique Fontaine, construit d'après celui qui est employé dans les mines de Chemnitz. L'air amené sur le plancher de la cloche est évacué par le tube de ventilation qui part de sa partie supérieure.

tres.

Dupont, dans l'établissement qu'il dirige, rue des Pyramides, a simplifié cette installation en utilisant l'air comprimé de l'usine de la Villette servant à la mise en marche des horloges pneumatiques de son quartier.

La compression et la décompression s'effectuent lentement au moyen de robinets et, d'une manière générale, on n'arrive qu'à une élévation de pression de 30 centimètres de mercure, représentant deux cinquièmes d'atmosphère.

Effets physiologiques.

En étudiant les phénomènes physiologiques produits par l'air comprimé nous n'envisagerons que les effets déterminés par les conditions réalisées dans les appareils aérothérapiques.

Appareils de mesure.

Les résultats du traitement par l'air comprimé se faisant sentir surtout sur l'appareil respiratoire, il me paraît important de vous montrer comment on mesure les variations de la capacité vitale du poumon et celles des forces d'expiration et d'inspiration.

La capacité vitale du poumon est appréciée à l'aide du spiromètre. Le plus connu des spiromètres est celui d'Hutchinson, modifié par Wintrich d'abord, puis par Schnepf. Dans ces dernières années, celui qui s'est le plus répandu est peut-être le spiromètre de Galante, que je mets sous vos yeux (fig. 125).

A ces instruments un peu délicats et dont les indications manquent souvent de précision, Dupont a substitué un appareil des plus simples formé de deux vases communicants, reliés entre eux à leur partie inférieure par un tuyau de caoutchouc (fig. 126).

eau est gradué en centimètres cubes et il est fermé à sa partie supérieure par un bouchon de caoutchouc traversé par un tube de verre qui porte un

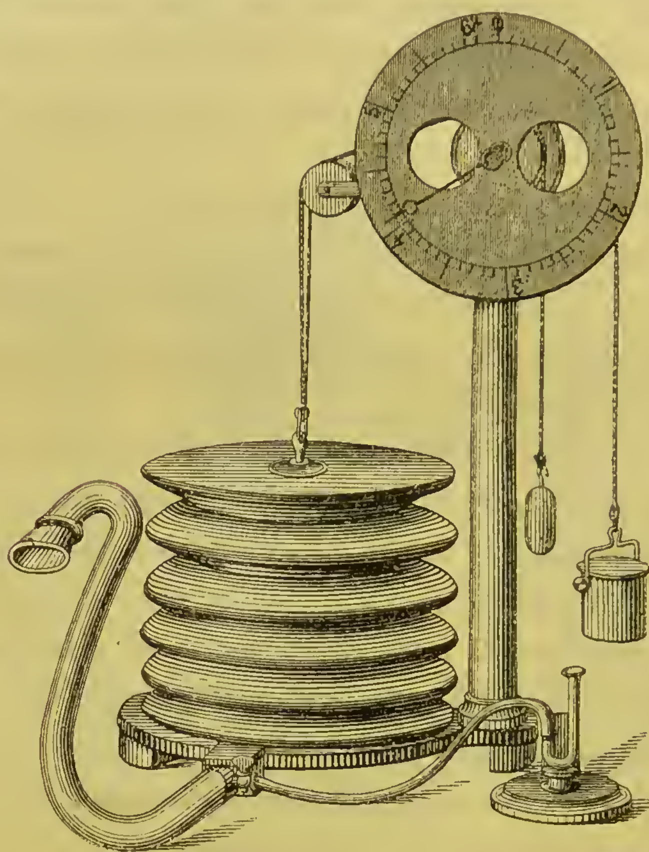


Fig. 125.

tuyau de caoutchouc à robinet, se terminant par un embout.

On verse de l'eau dans le vase ouvert qu'on soulève de manière à faire monter cette eau dans le second vase jusqu'à la division zéro. On ferme le robinet du tube de caoutchouc pour empêcher l'air de pénétrer dans le deuxième vase et l'appareil est prêt à fonctionner. Les deux vases étant placés sur le même plan, le patient fait une inspiration et applique immédiatement ses lèvres sur l'embout. On ouvre alors le robinet

les deux vases de manière que l'eau y soit au même niveau, la ligne d'affleurement dans le vase gradué indique le volume qu'occupe l'air expiré à la pression atmosphérique. Cette méthode n'est pas absolument sans défaut ; elle se recommande par sa simplicité.

Les forces d'inspiration et d'expiration sont mesurées

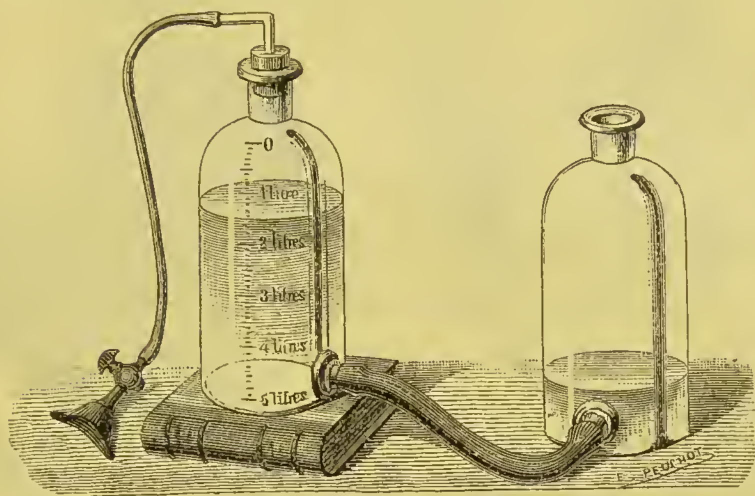


Fig. 126.

par des appareils qui ont reçu le nom de pnéomètres ou de pneumatomètres. Le pnéomètre de Marchal (médecin de la marine) est essentiellement constitué par un tube manométrique figurant une circonférence presque complète et communiquant à sa partie supérieure avec un embout dans lequel se font l'inspiration ou l'expiration, selon que l'on veut apprécier la force développée dans l'un ou l'autre de ces deux temps de la respiration. Des aiguilles indicatrices servent à mesurer les diminutions et les augmentations de pression qui déforment le tube (fig. 127). A la pièce principale de l'appareil, que nous ne pouvons décrire en détail, est annexé un régulateur cylindrique en cuivre.

piration, ou bien celle d'un tube manométrique lorsqu'on mesure la force d'inspiration. Deux robinets et deux soupapes permettent de disposer l'appareil pour l'une ou pour l'autre de ces deux expériences (fig. 128).

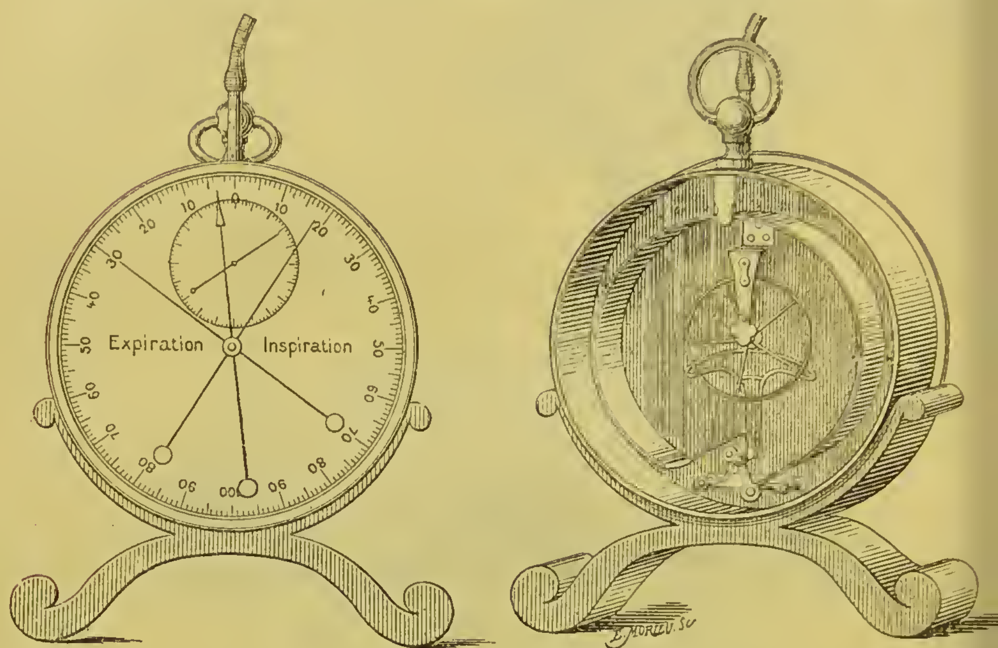


Fig. 127.

Pour utiliser l'instrument, les aiguilles et les robinets sont d'abord disposés pour l'inspiration ou pour l'expiration suivant les indications que porte l'appareil lui-même.

S'il s'agit de l'inspiration, l'aiguille sera placée du côté marqué inspiration, en même temps qu'une des aiguilles à maxima, en laissant le point de repère du côté de l'expiration. Puis, faisant une forte expiration, le sujet appliquera hermétiquement l'embout sur ses lèvres et fera la plus large inspiration possible. L'aiguille indicatrice se déplacera en entraînant avec elle l'aiguille à maxima, puis reviendra brusquement au

le cadran le nombre de degrés auquel équivaut l'effort développé. La graduation est telle que chaque degré correspond à une pression d'un centimètre de mercure.

Pour mesurer l'expiration, on renverse les robinets,

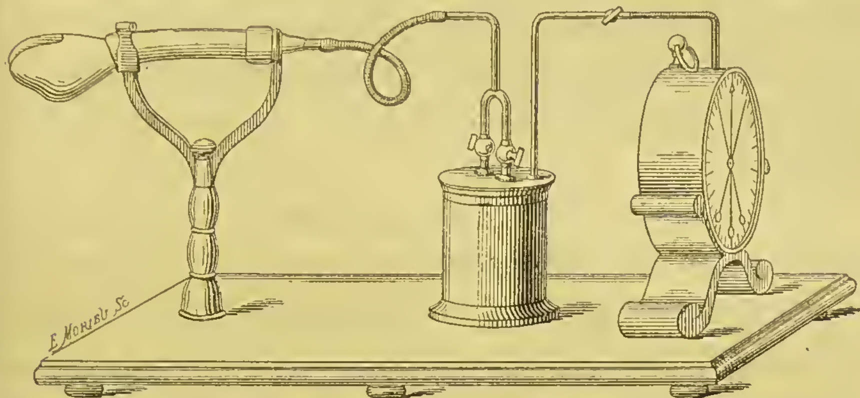


Fig. 128.

l'aiguille passe de l'autre côté du point de repère et on met en correspondance avec elle une aiguille à maxima.

Le sujet, après avoir fait une forte inspiration, fait la plus forte expiration possible. La seconde aiguille à maxima indique l'effort produit.

En Allemagne, on utilise habituellement comme pneumatomètre l'appareil aérothérapique de Waldenburg, que nous indiquerons bientôt. Cet instrument est une sorte de gazomètre. Dupont se sert tout simplement des deux vases communicants que je viens de décrire à propos de la spirométrie.

Tous ces appareils de mesure exposent à des erreurs; il importe donc, en spirométrie ou en pneumométrie, comme dans toutes les observations de ce genre, de se servir toujours des mêmes appareils et d'opérer dans

D'une manière générale, l'effort développé pendant l'inspiration est moins considérable que l'effort d'expiration.

Le rapport serait, d'après Maréchal, de 2 à 3.

De plus, l'effort produit n'est pas forcément proportionnel à la capacité pulmonaire. On peut trouver des muscles inspirateurs et expirateurs vigoureux avec une capacité pulmonaire relativement faible, et réciproquement.

Tout en procédant différemment, Brünniche est arrivé à des résultats assez analogues. Cet observateur s'est servi de l'appareil de Waldenburg et a constaté qu'un adulte bien portant abaisse en 10 inspirations le cylindre de cet appareil de 50 centimètres et qu'il l'élève d'une quantité égale en sept expirations seulement. La force d'inspiration serait donc les 7 dixièmes de la force d'expiration. Ce rapport se rapproche de celui que Maréchal a indiqué (2/3).

Il serait, d'après Brünniche, le point important à connaître en raison de sa constance à l'état normal Lorsqu'il est modifié, la force d'inspiration se trouverait relativement diminuée par suite de l'existence de lésions pulmonaires ou parfois simplement d'une insuffisance de fonctionnement des parties supérieures du poumon.

Description des effets.

Le premier effet produit par le bain d'air comprimé se manifeste du côté des oreilles. Il résulte de la différence de pression qui s'établit sur les deux faces du tympan, tant que l'air extérieur déprime le tympan sans que l'air de la caisse puisse lui faire équilibre.

peu d'intensité que lorsqu'il existe du catarrhe de la trompe. Au bout d'un certain temps l'équilibre se rétablit sur les deux faces de la membrane tympanique; il reste néanmoins une légère diminution de l'acuité auditive. Ces douleurs ne se montreraient pas chez les personnes n'ayant jamais eu de coryza; elles peuvent être atténuées par l'enfoncement d'une boulette de coton dans chaque oreille et par l'exécution de quelques mouvements de déglutition.

Quand la pression voulue est obtenue dans la chambre pneumatique, la voix est altérée; elle s'élève habituellement d'un demi-ton; l'action de siffler est rendue plus difficile. On note aussi une diminution de l'acuité du goût, de l'odorat et du toucher, et un peu de somnolence. Quelques personnes observées par Foleij auraient éprouvé, au contraire, de l'excitation cérébrale avec loquacité.

Pendant que la pression atmosphérique s'élève, l'espace compris par les gaz intestinaux diminue, ainsi que Panum l'a fait remarquer. Il en résulte une diminution de l'obstacle à l'entrée de l'air dans le thorax. Telle serait, d'après P. Bert, qui a comparé le paquet intestinal à un sac fermé, la seule action mécanique produite par le bain d'air comprimé.

Quoi qu'il en soit, les mouvements respiratoires deviennent plus amples et éprouvent une modification de rythme. L'inspiration est rendue plus facile, l'expiration plus difficile. Le rapport normal de 4 : 5 devient 4 : 6 — 7 ou 8 et même 11. Le nombre des respirations diminue et ce phénomène, souvent très marqué, ne cède pas immédiatement après la séance.

en moyenne à 3 par minute.

Ce fait, admis par la plupart des observateurs, est contredit par P. Bert qui n'a pas trouvé de différence sensible dans le nombre des respirations pendant le séjour dans la cloche.

En tout cas, l'augmentation dans l'amplitude des respirations a pour conséquence l'agrandissement de la poitrine. Von Vivenot, en expérimentant sur lui-même et en mesurant son thorax au niveau des seins, a trouvé les augmentations suivantes pendant l'inspiration :

	millim.
Après 20 minutes........................	3,29
— 2 heures	4,83
— 5 séances.........................	6,59
— 17 séances.........................	9,47

Le résultat obtenu dans le cours d'une seule séance va donc en augmentant par suite de la répétition des séances.

Le spiromètre montre d'ailleurs que le volume de l'air respiré (air mis en circulation) augmente.

Ainsi Panum a obtenu une augmentation de 270 centimètres cubes (750 au lieu de 480) après une première séance et une augmentation plus notable encore après une seconde.

La motilité du thorax est d'ailleurs également accrue et la mesure spirométrique de l'air des respirations forcées indique une augmentation sensible de la capacité vitale du poumon. Le bénéfice qu'on obtient ainsi en une séance, et qui est en moyenne de 100 centimètres cubes, augmente pendant le cours du traitement, d'abord assez rapidement, plus tard avec plus de lenteur.

Dans les expériences faites par von Vivenot, la ca-

elle s'est élevée de 7 p. 100 chez Bert, de 11 p. 100 chez Regnard. Mais, d'après P. Bert, la ventilation pulmonaire ne serait pas, malgré cela, notablement modifiée, la diminution dans le nombre des respirations venant contre-balancer l'augmentation de la capacité pulmonaire.

Pravaz a fait voir que, pour obtenir de bons effets sur la respiration, il importe de ne pas produire une élévation de pression supérieure à 38 centimètres de mercure. On ne dépasse pas, dans la pratique, 30 centimètres et pour les femmes et les enfants on emploie une pression encore moindre.

L'augmentation de la pression extérieure exerce des effets plus ou moins sensibles sur la peau et sur les muqueuses, où l'on constate en général de l'anémie pendant que le sang est refoulé dans les organes profonds.

Au début il y aurait, d'après J. Pravaz, une accélération passagère du pouls, puis bientôt un ralentissement de plusieurs pulsations, encore notable après les séances.

Von Vivenot a constaté, en outre, un aplatissement du tracé sphygmographique avec disparition du dicrotisme. Ce ralentissement du pouls n'a pas été expliqué d'une manière satisfaisante; il n'a pu d'ailleurs être constaté par P. Bert. Ce dernier observateur a noté une élévation de la tension artérielle chez le chien, mais il a obtenu ce phénomène avec des élévations de pression de 50 à 60 centimètres de mercure, c'est-à-dire dans des conditions différentes de celles qui sont réalisées par les appareils thérapeutiques. Il est pro-

On a admis encore que la circulation lymphatique est aussi influencée. C'est là une vue purement théorique.

Pendant qu'à l'étranger, notamment en Allemagne, on se préoccupait surtout de l'action mécanique des bains d'air comprimé, en en exagérant peut-être l'importance, en France Paul Bert entreprenait une longue série d'expériences pour démontrer que tous les phénomènes produits par la compression de l'air extérieur sont la conséquence de l'action chimique exercée par les gaz atmosphériques introduits dans l'organisme par l'intermédiaire du sang.

Il a été conduit à admettre que l'élévation de tension de l'oxygène et de l'azote, résultant de la compression de l'air de la cloche, entraîne des modifications dans la constitution gazeuse du sang et par suite un trouble dans le processus de la nutrition.

On doit ici faire observer, que dans les conditions où s'administre le bain d'air comprimé, l'action chimique invoquée par P. Bert est certainement fort restreinte et qu'on ne peut lui attribuer qu'une part dans l'action générale de la méthode. Il n'est même pas établi que cette part soit la plus large.

Paul Bert, en étudiant la question au point de vue expérimental, a parfaitement mis en lumière la cause des accidents dus aux pressions exagérées et aux décompressions des gaz accumulés dans le sang par suite de l'augmentation de la tension gazeuse de l'atmosphère pendant le cours de la période de pression. Mais dans la pratique nous ne sommes plus dans les conditions de la cloche à plongeur, que P. Bert a reproduites dans ses expériences faites à des pressions relativement très

but thérapeutique, il n'a lui-même observé qu'une augmentation très minime des gaz du sang. Cette légère augmentation dans l'absorption de l'oxygène ne coïncide pas avec une modification sensible dans l'excrétion de l'acide carbonique.

Von Vivenot a observé pendant la durée du bain d'air comprimé une augmentation de la température de 0°,5 en moyenne. Ce résultat est à vérifier, car Stembo a noté l'inverse.

Les recherches relatives aux modifications de l'excrétion d'azote sont insuffisantes. D'après J. Pravaz, Hadra, il y aurait augmentation de l'urée ; d'après Fränkel l'urée ne serait pas excrétée en excès. Les effets des bains d'air comprimé sur la nutrition sont donc encore mal précisés et très probablement peu accusés.

Cependant l'usage de ces bains retentit souvent sur l'état de la nutrition et des forces, mais par une voie détournée, en produisant une augmentation de l'appétit et peut-être une précipitation des digestions. Les malades, de même que l'homme sain, soumis à cette pratique, mangent et digèrent mieux.

Au bout d'un certain temps, le poids du corps augmente, bien qu'après chaque séance on puisse constater une diminution de ce poids, de 40 grammes à 225 grammes environ. Aussi Simonoff et Katschenowsky ont-ils trouvé une diminution du poids du corps quand les sujets sont soumis à un régime identique, une augmentation, au contraire, quand on les laisse manger à leur appétit.

L'effet produit est analogue à celui qui résulte de l'emploi des inhalations d'oxygène.

… et la cure pneumatique a pour résultat final, après une période plus ou moins longue d'excitation et de fatigue, une augmentation des forces et de l'embonpoint, un accroissement de vigueur des muscles et particulièrement des muscles de la respiration. Il se joint presque toujours, à ces effets, une action sédative exercée sur le système nerveux.

Mode d'emploi.

Les séances de bains d'air comprimé ont en général une durée de deux heures. On emploie une demi-heure pour élever la pression au degré voulu ; on reste à la pression constante pendant une demi-heure à une heure et on met une demi-heure pour la décompression.

Pendant toute la séance, la ventilation doit être active.

Nous avons dit que l'élévation de pression est ordinairement de deux cinquièmes d'atmosphère (30 cent. de mercure), et peut aller jusqu'à trois septièmes d'atmosphère (33 cent. de mercure). Pour les malades affaiblis on ne dépasse pas un cinquième d'atmosphère (15 à 16 de mercure).

La durée du traitement est très variable, suivant les cas. Il faut au moins vingt séances, le plus souvent davantage, pour obtenir un résultat durable.

Presque toujours, il est nécessaire de faire subir au patient une séance par jour ; vers la fin du traitement on se contente d'une séance tous les deux ou trois jours avant de suspendre la cure.

L'amaigrissement des malades, l'exagération de l'appétit, indiquent que le traitement n'est plus toléré et qu'il doit prendre fin.

Indications.

Les bains d'air comprimé peuvent être utilisés dans un assez grand nombre de maladies. Dans les mala-

elles interviennent en raison de leur action sur la nutrition générale.

On peut rapporter aux effets mécaniques des bains d'air comprimé : 1° la diminution de l'hyperémie pulmonaire dans les inflammations aiguës et chroniques des bronches par refoulement du sang accumulé dans l'appareil respiratoire ; 2° la diminution des sécrétions des muqueuses respiratoires ; 3° la résorption des exsudats inflammatoires, notamment des exsudats pleurétiques ; 4° l'augmentation de la capacité pulmonaire dans l'emphysème, le catarrhe chronique, la pneumonie chronique, dans certaines formes de phtisie ; 5° l'accroissement de vigueur des muscles respiratoires.

Aux effets chimiques se rapportent : 1° l'augmentation dans l'absorption de l'oxygène dont l'utilité est évidente dans les états asphyxiques et dyspnéiques, plus douteux dans les anémies ; 2° l'augmentation des oxydations et des échanges, laquelle peut déterminer des effets favorables dans l'obésité, le diabète, l'arthritisme, les états de convalescence ; 3° l'effet sédatif exercé sur le système nerveux et qu'il faut rattacher peut-être à l'augmentation dans l'absorption de l'azote atmosphérique.

Beaucoup de malades soumis à la cure d'air comprimé sont atteints d'emphysème et de bronchite chronique et, en même temps, d'une affection cardiaque plus ou moins accusée. Lorsque les contractions cardiaques ne sont pas affaiblies, on n'a aucun accident à redouter. Il n'en est pas de même dans les cas où le myocarde est affaibli. Cette circonstance cons-

On considère les maladies des reins, de la moelle épinière, du foie, de l'intestin, comme des contre-indications, à cause du refoulement du sang dans les organes profonds par l'excès de pression périphérique. Ce sont là des vues purement théoriques. L'existence d'une fièvre modérée, comme celle qui accompagne les affections subaiguës des voies respiratoires, ne constitue pas une contre-indication au bain d'air comprimé. Mais on devra suspendre cette pratique ou s'en abstenir en cas de fièvre assez intense ou de fièvre hectique.

VINGT-NEUVIÈME LEÇON

PRESSION ATMOSPHÉRIQUE UTILISÉE COMME AGENT THÉRAPEUTIQUE (SUITE)

Emploi des appareils dits transportables : description de ces appareils ; effets produits par leur emploi : inspiration d'air comprimé, expiration dans l'air raréfié, inspiration dans l'air comprimé et expiration dans l'air raréfié ; indications.

Messieurs,

Appareils transportables.

Le bain d'air comprimé que nous avons étudié dans notre précédente leçon exige l'emploi d'appareils volumineux, qui ne peuvent être utilisés que dans des établissements spéciaux. De plus, cette sorte de pratique agissant sur toute la surface du corps n'impressionne pas d'une manière très vigoureuse l'appareil respiratoire. Pour ces diverses raisons on a imaginé des appareils moins encombrants, *dits transportables*, permettant d'obtenir directement sur le poumon des effets mécaniques puissants.

A l'aide de ces appareils on soumet l'arbre aérien seul à l'influence des modifications de la pression atmosphérique et on constitue ainsi une méthode particulière de traitement. Cette méthode nécessite la collaboration active des malades, mais cela est sans inconvénient, car en général la manœuvre des appareils en question est loin d'être compliquée.

Les appareils dits transportables doivent fournir à

nastique respiratoire. On obtient ainsi des effets plus variés, ce qui permet à ces appareils de répondre, au point de vue des affections thoraciques, à un plus grand nombre d'indications que le bain d'air comprimé.

On peut effectivement réaliser les conditions suivantes :

1° Augmentation de la pression intra-thoracique par inspiration dans l'air comprimé et expiration dans l'air comprimé ;

2° Diminution de la pression intra-thoracique par inspiration d'air raréfié et expiration dans l'air raréfié ;

3° Augmentation et diminution alternatives de la pression intra-thoracique par combinaisons diverses de ces moyens.

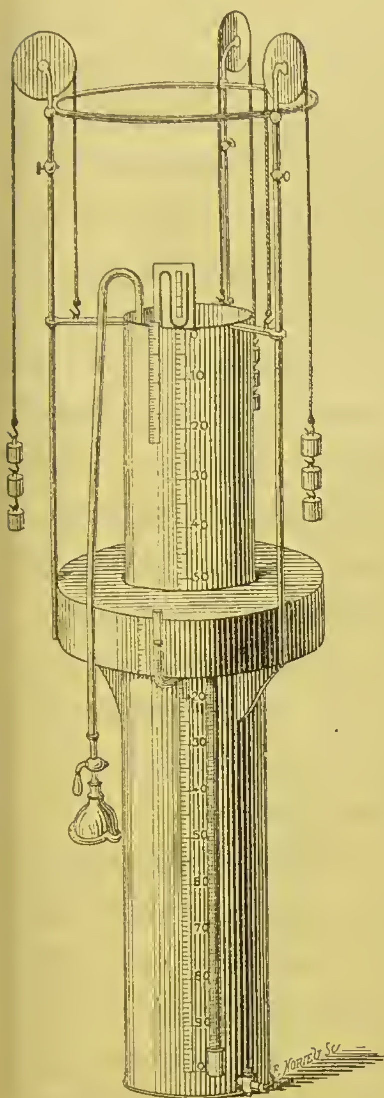
La combinaison le plus souvent usitée est celle qui consiste à faire faire l'inspiration dans l'air comprimé et l'expiration dans l'air raréfié.

C'est en 1857 que Brösicke (de Berlin) imagina le premier instrument destiné à faire exécuter une sorte de gymnastique à l'appareil de la respiration; mais ce n'est qu'en 1870 que Hauke (de Vienne), fit construire le premier appareil transportable. Depuis cette époque les instruments de ce genre se sont considérablement multipliés. Les uns fournissent uniquement de l'air comprimé, les autres de l'air raréfié; le plus petit nombre d'entre eux seulement donnent à volonté de l'air comprimé et de l'air raréfié.

L'emploi de ces appareils ne s'étant pas répandu en France, je citerai brièvement les principaux sans les décrire.

Un des plus connus est celui de Waldenburg. Il est

pas l'usage alternatif de ces deux espèces d'air (fig. 129).



Aussi Cube a-t-il juxtaposé deux gazomètres, l'un donnant de l'air comprimé, l'autre de l'air raréfié. Et de même Weil a réuni dans le même but deux

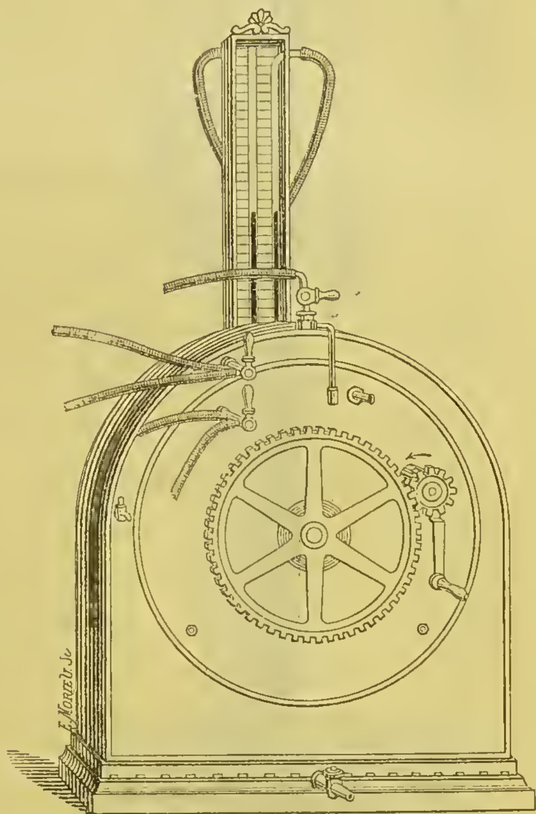


Fig. 129.

Fig. 130.

appareils de Waldenburg, l'un à air comprimé, l'autre à air raréfié.

L'appareil également bien connu de Schnitzler n'est qu'une simplification de celui de Waldenburg.

Je citerai encore le ventilateur double de Geigel et Mayr (fig. 130), construit d'après le principe de la roue

considère en Allemagne comme le plus pratique.

En France, M. Dupont est le seul, à ma connaissance, qui ait imaginé un appareil transportable. Cet appareil, très simple, peu volumineux et peu dispendieux, est construit sur le principe de la trombe. Pour le faire fonctionner, il suffit de disposer d'une prise d'eau ayant une pression convenable, ce qui existe habituellement dans les hôpitaux, dans les maisons de santé et même chez les particuliers.

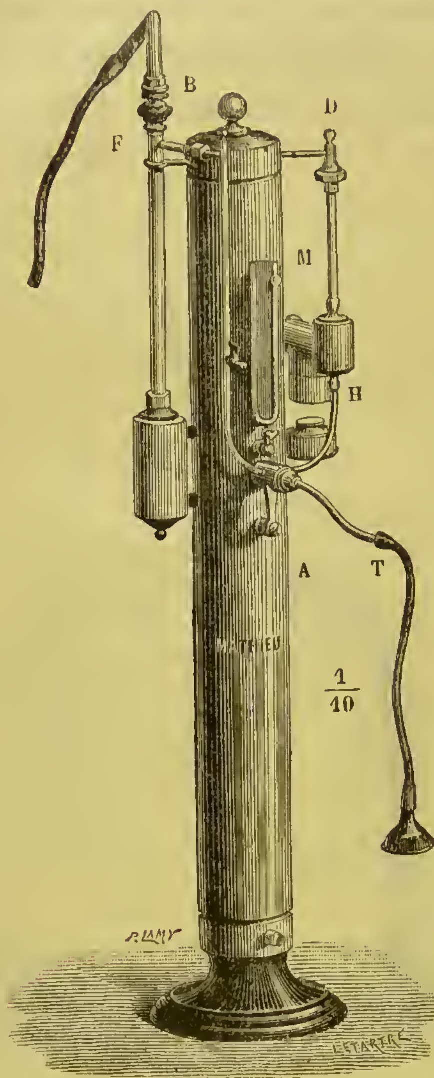


Fig. 131.

L'appareil que je mets sous vos yeux (fig. 131) se compose d'un cylindre métallique A, sur lequel s'ajuste en F la prise d'eau. La colonne d'eau détermine une aspiration d'air qui se transmet au dehors par le tube B. L'air entraîné dans l'appareil se trouve comprimé de bas en haut dans le cylindre A par l'eau qui y pénètre constamment. Cet air comprimé ressort par le tube D.

Les tubes B et D (air raréfié et air comprimé) cor-

par un tuyau de caoutchouc avec l'embout qui vient se placer sur l'orifice buccal du patient. Un troisième orifice, intermédiaire, correspond à l'atmosphère normale. On peut ainsi se servir à volonté, pour l'un ou pour l'autre des temps de la respiration ou pour les deux, d'air comprimé, d'air raréfié, d'air à la pression atmosphérique, c'est-à-dire réaliser toutes les combinaisons possibles.

Le manomètre M indique à tout instant la pression de l'air raréfié et de l'air comprimé. Pour faire varier la pression, il suffit de modifier le débit de l'eau ou de manœuvrer le robinet placé sur le tube B. Enfin un tube invisible sur la figure sert à l'écoulement du liquide s'élevant dans le cylindre.

Au moyen d'un petit appareil placé en H et chauffé par une lampe à alcool on peut faire pénétrer dans le tube à air comprimé des principes médicamenteux.

Les appareils transportables ne doivent produire qu'une faible différence de pression. S'il en était autrement, la variation de pression n'étant pas contrebalancée par une modification correspondante de la pression intérieure, on déterminerait avec l'air comprimé la production d'un état emphysémateux, avec l'air raréfié une action de ventouse d'où pourraient résulter de la stase sanguine et des hémorragies. Les variations de pression utilisées dans la pratique oscillent d'un quatre-vingt-dixième à un quarantième d'atmosphère (soit de 8,4 mill. à 19 mill. de mercure.)

On doit se servir de préférence des appareils qui donnent à la fois de l'air comprimé et de l'air raréfié.

Effets physiologiques.

En Allemagne, on a étudié en détail les effets produits par les diverses combinaisons réalisables. Il nous

suffira d'examiner ceux que déterminent l'inspiration dans l'air comprimé, l'expiration dans l'air raréfié, l'inspiration dans l'air comprimé combinée avec l'expiration dans l'air raréfié.

Occupons-nous tout d'abord des effets mécaniques. Ce sont les plus importants.

Inspiration d'air comprimé.

L'inspiration d'air comprimé provoque une sensation de plénitude dans la poitrine; elle facilite l'entrée de l'air dans les poumons et amène une augmentation de l'ampliation du thorax. D'après Waldenburg, on peut trouver au bout de quelques inspirations, un agrandissement du périmètre thoracique, allant jusqu'à 3 centimètres et demi. L'expiration est facilitée, mais à la condition qu'on ne fasse pas perdre au poumon, par l'emploi d'une pression exagérée, une partie de son élasticité.

Dès le début du traitement, la capacité respiratoire est augmentée. Le résultat, d'abord passager, devient durable au bout de quelques heures. Les forces d'inspiration et d'expiration augmentent également. Chez les malades, l'accroissement de la capacité vitale des poumons a varié de 100 centimètres cubes jusqu'à un litre au bout de quelques jours de traitement.

Dans les cas où la force d'inspiration est très affaiblie, elle augmente plus notablement que la force d'expiration; mais celle-ci doit augmenter également quand l'élasticité du poumon n'a pas été forcée. Il est probable que le développement des muscles de la respiration par l'exercice prend une certaine part dans ces résultats, qu'il ne faudrait pas, par conséquent, rapporter uniquement à un changement anatomique du poumon.

Chez les vieillards, les cartilages costaux étant ossifiés, on n'observe pas de modification sensible, soit dans

le jeu de la respiration, soit dans le développement du thorax.

L'augmentation de pression dans la cavité thoracique apporte un obstacle plus ou moins notable à la circulation pulmonaire. Il en résulte une modification du travail du cœur et de la circulation générale.

Ce point a fixé l'attention d'un grand nombre d'observateurs et d'expérimentateurs, parmi lesquels il faut citer Gréhant, Ducrocq, Waldenburg, Drosdoff, Botschetschkaroff, Basch, etc.

Les conditions réalisées déterminent une gêne de la diastole du cœur, tandis qu'au contraire elles favorisent la systole. En conséquence, il se produit une stase dans les veines et une diminution plus ou moins notable de pression dans l'aorte. Ces effets sont sensibles seulement pendant l'inspiration et cessent pendant l'expiration. Le pouls étudié à l'aide du sphygmographe par Riegel et Frank, Waldenburg, Sommerbrodt, Schreiber, est fort et plein au début de l'inspiration, plus tard, au moment où la stase pulmonaire diminue et où la tension artérielle s'abaisse, il fournit un tracé plus élevé avec dicrotisme plus marqué. Le ralentissement des pulsations, parfois noté, est inconstant.

Les modifications circulatoires sont passagères, de même que les causes qui les font naître. Quelques auteurs prétendent cependant les avoir vu persister pendant une demi-heure à une heure.

Expiration dans l'air raréfié.

L'expiration dans l'air raréfié produit des phénomènes mécaniques inverses.

La diminution de la pression intra-thoracique amène une compression des parois thoraciques dont le patient a conscience quand la raréfaction de l'air se chiffre par un trentième d'atmosphère.

L'expiration devenant plus complète, le volume de l'air expiré, évalué au spiromètre, est augmenté. Cette augmentation se fait aux dépens de l'air résiduel; elle peut s'élever à un litre avec une raréfaction de 1/50 à 1/60 d'atmosphère (soit 13 à 15 millimètres de mercure). Ce fait intéressant tend à montrer que l'air résiduel est plus abondant qu'on ne le pense en général.

Waldenburg a vu des emphysémateux expirer de 5 à 6 litres d'air (sous l'influence d'une raréfaction d'un 40e ou d'un 60e d'atmosphère), alors que leur capacité respiratoire normale ne dépassait pas 2 à 3 litres.

La compression extérieure du thorax peut se traduire par une diminution de 2 à 3 centimètres du périmètre thoracique. En même temps, sous l'influence de l'expiration forcée, les muscles de la respiration acquièrent plus de jeu, le diaphragme se relève, la paroi thoracique exécute une plus large excursion et bientôt la force d'inspiration est elle-même accrue. Somme toute, la ventilation pulmonaire devient plus grande et la capacité vitale du poumon, mesurée au spiromètre, est augmentée.

La diminution de la pression intra-thoracique modifie les conditions de la circulation en produisant des phénomènes inverses de ceux qui résultent de l'emploi de l'air comprimé.

Dans ce cas, en effet, la systole du cœur est gênée, tandis que la diastole est favorisée; il y a tendance à la vacuité des veines et à l'augmentation du sang dans les artères.

Pendant que le poumon se remplit de sang, l'oreillette droite se distend, puis à leur tour l'oreillette

gauche et le ventricule gauche. La pression artérielle doit par suite augmenter dans l'aorte, tandis que les veines jugulaires s'aplatissent et se vident.

L'étude de ces phénomènes faites chez les animaux à l'aide de l'hémodynanomètre, chez l'homme à l'aide du sphygmographe ou de l'appareil de Basch, n'a pas donné de résultats bien décisifs. Il est d'ailleurs bien difficile de comparer les phénomènes qu'on peut obtenir chez les animaux avec ceux que l'homme peut faire naître en expirant avec force et bon vouloir.

Il importe surtout de faire remarquer, au point de vue pratique, qu'en faisant des inspirations lentes et prolongées on diminue l'influence subi par la circulation au moment où l'expiration a lieu dans l'air raréfié. On peut donc ainsi obtenir une action marquée sur le poumon et atténuée sur le cœur, ce qui est précieux dans les cas pathologiques où l'on peut redouter un retentissement exagéré sur le dernier organe.

La respiration d'air comprimé et l'expiration dans l'air raréfié ne déterminent pas uniquement des effets mécaniques. Il faut encore tenir compte d'autres facteurs. Biedert admet que l'air, en frottant avec plus ou moins de force le long des voies aériennes, y provoque une certaine irritation. La pression exercée sur le tissu pulmonaire, les fluctuations rapides dans la déplétion et dans la réplétion des vaisseaux, sont également des causes légères d'irritation. Le traitement demande donc à être surveillé.

Les recherches de Speck tendent, en outre, à établir qu'à l'action mécanique vient se surajouter une action chimique plus ou moins notable. En effet, l'accroissement de la ventilation pulmonaire a pour conséquence une augmentation dans la proportion d'oxygène

absorbé et de l'acide carbonique éliminé. L'inspiration dans l'air comprimé agit de la même manière que la respiration dans les chambres pneumatiques au point de vue de la tendance à la suroxygénation du sang. L'expiration dans l'air raréfié, en faisant évacuer une partie de l'air résiduel, riche en CO^2, détermine une véritable décarbonisation du sang et produit ainsi un effet antidyspnéique très marqué.

Cette dernière pratique peut, à elle seule, d'après Speck, fournir les résultats suivants :

Augmentation de l'air respiré de......		1 : 1,62
—	de l'oxygène absorbé de.	1 : 1,14
—	de l'élimination de CO^2 de.	1 : 1,30

Les recherches du même auteur prouvent, en outre, que l'élévation de la consommation d'oxygène et l'augmentation dans l'excrétion d'acide carbonique n'entraînent pas nécessairement une augmentation des oxydations intra-organiques.

Ces effets sont des conséquences directes de l'action mécanique; ils résultent des modifications physiques survenues dans la diffusion des gaz. Néanmoins, lorsque le traitement est continué, le jeu de la respiration est facilité et ce nouvel état est capable d'impressionner tout l'organisme et d'accroître les mutations nutritives. Celles-ci sont-elles effectivement augmentées? Sur ce point nous manquons de recherches décisives.

Méthode combinée.

Quelques mots, pour finir, sur les effets produits par la combinaison le plus souvent utilisée et qui consiste, vous vous en souvenez, à faire faire les inspirations dans l'air comprimé, les expirations dans l'air raréfié. On peut ici procéder de deux manières. Dans la *méthode intermittente* on fait faire une série d'inspirations dans l'air comprimé, les expirations ayant lieu à l'air libre,

puis une série d'expirations dans l'air raréfié, les inspirations se faisant dans l'atmosphère normale. La *méthode alternante* comprend une inspiration dans l'air comprimé, suivie d'une expiration dans l'air raréfié.

Dans ces diverses combinaisons les effets mécaniques ne se contre-balancent pas; ils alternent. Les poumons s'emplissent et se vident plus amplement, la respiration devient plus énergique et plus complète, la ventilation pulmonaire est rendue aussi grande que possible.

Cette sorte de gymnastique respiratoire est celle qui produit le plus d'effet sur la dyspnée. Au bout d'un temps assez court, la capacité vitale des poumons est augmentée; les forces d'inspiration et d'expiration sont accrues.

D'autre part, tandis qu'une des pratiques tend à produire l'hyperémie du poumon, l'autre tend à déterminer l'anémie de cet organe. Il n'y a donc pas d'action continue dans un seul sens, et par suite la circulation pulmonaire est facilitée et activée. Dans ces conditions, on a moins à redouter la production d'hémorragies, de même, les effets sur le cœur et sur la circulation sont moins accusés qu'en cas d'emploi d'une des pratiques à l'exclusion de l'autre.

Mode d'emploi.

La technique opératoire est, en général, assez simple. On a imaginé des masques et des embouchures de diverses formes. Le mieux est d'employer une sorte de cornet qui vient s'appliquer sur la bouche. Les malades doivent s'efforcer de respirer lentement et largement sans laisser perdre de l'air. Ils peuvent, s'ils le trouvent utile, se boucher les narines.

Au début du traitement les séances doivent être courtes, et consister en une série d'inspirations d'air

comprimé, suivies d'expiration à l'air libre. Plus tard on peut recourir à la méthode alternante.

La durée du traitement est très variable; elle peut être prolongée sans inconvénient. Le spiromètre et le pneumatomètre permettront de reconnaître exactement les résultats obtenus.

En cas d'indications spéciales, l'air inspiré peut être chargé de principes médicamenteux, il peut être également porté à une certaine température et imprégné de vapeur d'eau.

Indications.

L'inspiration dans l'air comprimé, produisant une diminution de l'afflux du sang dans le poumon, peut être considérée comme un moyen antiphlogistique. Elle est particulièrement indiquée en cas de prédisposition à la phtisie et même lorsque la maladie est confirmée. Elle favorise la dilatation pulmonaire à la fin des pleurésies et hâte la résorption des exsudats.

En outre, elle est susceptible de faire disparaître l'atélectasie dans la bronchite, de rétablir la perméabilité des bronches rétrécies ou comprimées, de favoriser l'expectoration.

L'expiration dans l'air raréfié, qui a surtout pour résultat de faire évacuer l'air accumulé en excès dans le poumon, est surtout indiqué dans l'emphysème et dans la bronchite chronique. Dans ces derniers cas la méthode alternante est la plus utile.

Ces diverses pratiques de gymnastique pulmonaire peuvent rendre de grands services dans tous les cas où le thorax est rétréci, les muscles respirateurs affaiblis, lorsque les sujets ont l'aspect désigné sous le nom « d'habitus phtisique ». On doit les considérer comme de puissants prophylactiques.

Elles ont été recommandées dans la chlorose, dans

les anémies, dans la dilatation du cœur. Les résultats qu'on a pu obtenir dans ces dernières circonstances sont assez douteux.

L'inspiration dans l'air comprimé est contre-indiquée lorsqu'il existe soit de l'athérome artériel, soit un habitus apoplectique avec tendance aux hémorragies cérébrales, soit encore des hydropisies ou des stases veineuses.

La faiblesse du cœur, la tendance aux hémoptysies, la dilatation des bronches, l'existence d'une inflammation aiguë de l'appareil respiratoire contre-indiquent l'emploi de la respiration dans l'air raréfié.

TRENTIÈME LEÇON

DES CLIMATS.

Idée générale du *climat*. — Conditions qui déterminent les caractères des climats : latitude ; altitude ; situation géographique ; configuration et constitution du sol.

MESSIEURS,

Nous avons terminé l'étude des agents physiques simples. Il nous reste à prendre connaissance des agents naturels complexes, c'est-à-dire des climats et des eaux minérales, modificateurs puissants qui interviennent pour une part considérable dans le traitement des maladies chroniques.

Climat. On donne le nom de *climat* à l'ensemble des conditions météorologiques auxquelles un lieu est soumis pendant l'intervalle d'une année. Au point de vue médical le climat doit être envisagé sous le rapport de l'influence qu'il exerce sur la vie des êtres organisés.

L'hygiéniste étudie le climat dans ses éléments propres, constitutifs et se préoccupe des effets qu'il peut produire sur la constitution des individus, sur les races, sur la production des maladies, sur la mortalité.

Le thérapeutiste envisage les conséquences que peut avoir un changement de climat.

Celles-ci sont à ce point importantes que Michel Lévy a pu dire : « Changer de climat, c'est naître à une nouvelle vie ».

Quand l'existence est menacée ou peut l'être par le développement ultérieur d'une maladie en germe ou en évolution, on peut songer à modifier profondément la constitution ou tout au moins à placer le malade dans des conditions nouvelles, favorables au rétablissement de sa santé, à l'aide d'un changement de climat.

La détermination prise par le médecin à cet égard est sérieuse à tous égards. Elle devra être fondée sur une connaissance exacte des climats et de l'action pharmacothérapique qu'on en peut attendre.

Certaines considérations étrangères à cette connaissance ont assez d'importance pour mériter d'être rappelées.

Les transitions doivent être ménagées. Il est imprudent de faire passer brusquement ou en peu de temps un malade de la zone polaire ou froide dans les zones chaudes ou torrides. On doit avoir égard au pays d'origine et tenir compte, d'autre part, des facilités plus ou moins grandes du voyage que l'on conseille.

La station choisie devra se trouver dans des conditions hygiéniques satisfaisantes, tout au moins pendant la durée de la cure, offrir des ressources suffisantes et le confort nécessaire.

Dans certains cas, que nous n'aurons pas à envisager, le climat intervient thérapeutiquement par le fait du rapatriement. C'est ce qui a lieu lorsque les Européens, devenus malades dans les climats chauds ou torrides, retournent chez eux pour se remettre.

Conditions déterminantes.

Nous n'avons pas, à propos des climats, à faire une étude de météorologie et d'hygiène. Il est indispensable cependant de faire une revue rapide des principales conditions météorologiques déterminantes des climats,

puis de prendre connaissance des divers facteurs climatériques et des effets qu'ils peuvent produire sur l'organisme.

Latitude.

Parmi les conditions qui déterminent les caractères des climats, nous trouvons en premier lieu la *latitude*.

La latitude d'un lieu est surtout importante à cause de ses rapports avec la température moyenne annuelle.

La répartition de cette température serait indiquée par les parallèles de latitude si la terre était un ellipsoïde de révolution régulier, si elle ne présentait pas des montagnes et des vallées, si sa surface était partout identique, enfin si l'atmosphère était dans tous les points égale à elle-même. Les différences qu'on observerait en passant d'un parallèle à un autre dépendraient uniquement des changements dans les durées relatives des jours et des nuits et dans l'inclinaison des rayons solaires.

Bien qu'il soit assez loin d'en être ainsi et que de nombreuses causes interviennent pour faire varier la température d'un point à un autre sur le même parallèle, on a pu partager la surface du globe en cinq zones géographiques qui fournissent tout au moins des indications générales sur la distribution de la température.

La zone torride, limitée par les parallèles situées de part et d'autre de l'équateur à la latitude de 23°28′, a pour caractère une température très uniforme et très élevée.

Les deux zones tempérées s'étendent de l'un des tropiques à l'un des cercles polaires, c'est-à-dire de la latitude de 23°28′ à celle de 66°32′. Au fur à mesure qu'on s'éloigne des tropiques la température est de plus en plus variable pendant la durée de l'année, en même

temps que la température moyenne devient de plus en plus basse.

Citons enfin les deux zones polaires.

C'est la zone tempérée, septentrionale, qui seule nous intéresse.

La plupart des stations sanitaires, dont nous aurons à parler, sont comprises entre 30° et 45° degrés de latitude N. Dans cette zone, il faut en général avancer de 185 kilomètres vers le Nord pour voir descendre la température annuelle d'environ 1 degré. Cette règle ne peut être absolue.

La chaleur perdue par la terre dépend de la longueur des nuits. Lorsque celles-ci sont courtes, une partie de la chaleur gagnée pendant le jour s'accumule. Il en résulte que les jours les plus chauds ne sont pas ceux du solstice d'été, mais ceux qui le suivent, en juillet et août. Inversement l'époque la plus froide est celle qui fait suite au solstice d'hiver.

On donne le nom de *lignes isothermes* à cellés qui réunissent les points ayant la même température moyenne annuelle. Elles ont été construites pour la première fois par Humboldt. En raison des conditions diverses pouvant avoir de l'influence sur la température, ces lignes s'écartent plus ou moins des parallèles. Lignes isothermes.

Les *lignes isochimènes* correspondent aux températures moyennes de l'hiver; les *lignes isothères* aux températures moyennes de l'été. Au point de vue qui nous intéresse, il faut encore considérer la température moyenne mensuelle, dont quelques auteurs ont dressé des cartes comprenant les principales stations climatériques.

Dans notre hémisphère, les lignes isothermes d'été et d'hiver s'écartent sensiblement des lignes isothermes annuelles.

On devra encore s'enquérir, pour chaque station en particulier, des variations diurnes et nocturnes de la température.

Pour diverses raisons, dont nous aurons à citer les principales, les îles et les côtes de l'Europe occidentale sont plus chaudes en hiver et plus fraîches en été que ne semblent l'indiquer les lignes isothermes annuelles.

Altitude. A latitude égale, l'*altitude* prend une part considérable dans la détermination des caractères des climats. Aussi les pays de montagnes nous offrent-ils une superposition de climats divers. L'altitude exerce, en effet, une influence non seulement sur la température, mais aussi sur toutes les autres qualités météorologiques de l'atmosphère prenant part à la caractéristique des climats. C'est pourquoi la plupart des auteurs ont fait de l'altitude une base de division des climats.

Relativement à la température, l'effet de l'altitude n'a rien d'absolument régulier. On estime cependant que, dans la zone tempérée, il y a 1 degré d'abaissement thermique pour une élévation de 150 à 180 mètres. Les principales causes de la diminution de la température sont la raréfaction de l'air, et par suite la diminution de son pouvoir absorbant pour la chaleur, l'isolement du sol, quand on arrive à une hauteur suffisante, par de la neige ou de la glace, l'intensité du pouvoir diathermane de l'atmosphère, enfin la diminution de la pression barométrique amenant une grande dilatation de l'air chaud qui s'élève du sol.

Les autres faits importants résultant de l'altitude sont relatifs à la constitution gazeuse de l'atmosphère, à la pureté de l'air, à la grande intensité de la lumière, et à l'échauffement des corps par la radiation solaire.

Après la latitude et l'altitude, la condition qui a le plus d'influence sur la caractéristique du climat est la *situation géographique* du lieu. Situation géographique.

On aura surtout à tenir compte de la proximité ou de l'éloignement des côtes.

Les eaux possèdent, pour la chaleur, un pouvoir absorbant et un pouvoir émissif moindre que la terre ferme. Toutes choses égales d'ailleurs, elles absorbent et émettent de plus faibles quantités de chaleur. Elles ont, en outre, une chaleur spécifique plus grande, de sorte que, pour une même quantité de chaleur absorbée ou émise, la variation de température qu'elles subissent est moindre. Enfin, une partie de la chaleur qu'elles absorbent est employée à former des vapeurs. Il résulte de ces particularités que les grandes étendues d'eau s'échauffent et se refroidissent plus lentement que les terres. A ces causes de diminution dans les variations de température dans le voisinage des eaux, il faut encore ajouter l'influence de la vapeur d'eau et surtout celle des nuages. Ces amas de vapeur tempèrent l'ardeur du soleil pendant le jour, et diminuent la perte par rayonnement pendant la nuit.

On voit donc que, pour une même latitude, la proximité des côtes a pour conséquence de rendre le climat sensiblement moins variable que celui de l'intérieur du continent. Aussi a-t-on distingué les climats maritimes et les climats continentaux. Les premiers sont en général tempérés, tandis que les seconds peuvent être excessifs pour des points situés à la même latitude.

Comme exemple de l'influence de la situation géographique, prenons trois points situés sensiblement à la même latitude : Cherbourg, Paris, Vienne. La différence entre la température moyenne de l'été et de

l'hiver est pour le premier de 10° ; pour le second de 15° ; pour le troisième de 20°.

Voilà pourquoi les climats insulaires sont de beaucoup les plus constants. Dans les îles de la zone tropicale, la différence entre la moyenne de l'été et celle de l'hiver ne dépasse guère 2 ou 3 degrés.

Les continents étendus présentent des conditions opposées ; le refroidissement et l'échauffement y sont très intenses, et par suite on y observe, en un même point, de grands changements de température.

Influence des vents.

On peut rattacher à la situation géographique l'examen de l'influence que peuvent exercer les courants atmosphériques et les courants marins sur la constitution des climats.

Le fait le plus général et le plus important à connaître relativement aux vents dominants, concerne les *vents alizés*. Vous savez que ceux-ci sont d'une remarquable constance ; que toute l'année ils soufflent dans le voisinage de l'équateur et que leur influence peut se faire sentir à une grande distance.

Alizés et contre-alizés

D'après l'explication qu'Halley a donnée touchant la production de ces vents, on doit admettre l'existence de *contre-alizés* supérieurs se dirigeant de l'équateur vers les pôles. Théoriquement, les masses d'air formant ces contre-alizés arrivent au-dessus des régions tempérées avec une vitesse de rotation plus grande que celle de ces régions et doivent produire, dans les parties supérieures de l'atmosphère, un vent du sud-ouest pour l'hémisphère boréal et un vent du nord-ouest pour l'austral.

Ces vents exercent une influence considérable sur le climat de l'Europe occidentale (partie boréale de l'océan Atlantique). Ils viennent, en effet, en s'abaissant, at-

teindre la surfaee du globe à des distanees variables de leur point de départ et sont ainsi la cause de la prédominanee du vent du sud-ouest dans l'Europe oeeidentale (Angleterre, Pays-Bas et Franee).

Avant d'atteindre notre continent, ils ont passé audessus d'une partie de l'oeéan Atlantique traversée par le *Gulf-Stream*. Ce courant d'eau tiède a une influence décisive sur le elimat des eôtes qu'il vient baigner. Vous savez qu'il part du golfe du Mexique et qu'il arrive avec une direction sud-ouest jusqu'en Europe oecidentale, pour aller se faire sentir le long des eôtes de Norvège jusqu'au delà du eap Nord.

Le méeanisme de ce eourant d'eau est le même que celui des vents alizés et contre-alizés. Il représente dans l'oeéan Atlantique le eourant atmosphérique supérieur qui ramène l'air chaud de l'équateur vers les pôles et il affeete préeisément la même direction sud-ouest que les eontre-alizés.

Ces vents empruntent ainsi à la surface de la mer sa température et son humidité, et ils apportent aux régions qu'ils atteignent de l'eau et une température modérée.

Le elimat exeeptionnellement privilégié dont jouissent les contrées oceidentales de l'Europe est dû, vous le voyez, à une double cause : eourant d'air tempéré et humide, courant d'eau tiède. Nos elimats empruntent ainsi une partie de leurs qualités aux régions équatoriales.

Vents de terre et de mer.

Diverses eireonstanees locales, non toujours bien déterminées, donnent lieu à la production de certains vents. Parmi eeux-ci les plus eonstants sont les *vents de terre* et les *vents de mer*.

Sur les eôtes, peu après le lever du soleil, la brise de mer se met à souffler vers la terre ; d'abord légère, elle

devient bientôt plus forte pour cesser ensuite vers le soir. Il se dessine alors un mouvement inverse : le vent s'élève de terre pour souffler vers la mer, d'abord doucement, puis avec une intensité croissante jusqu'à minuit, et va en s'affaiblissant vers le matin.

Le mécanisme de ces mouvements est facile à saisir.

Pendant le jour, l'échauffement de la terre étant prédominant, l'air de terre monte dans les hautes régions de l'atmosphère, l'air plus lourd de la surface des eaux se précipite pour le remplacer. Le contraire a lieu pendant la nuit : l'air de terre devenant plus dense à son tour, est entraîné vers la mer.

Vents de montagne.

Au nombre des vents locaux, je signalerai particulièrement les vents de montagne.

Ces vents sont très variables, au point de vue de leur violence et de leurs autres caractères, mais leur origine est toujours à peu près la même.

Pendant le jour l'air de la vallée et des régions basses s'échauffe ; il s'élève alors le long des versants pour constituer le vent de vallée ou du matin. Ce mouvement ascendant est favorisé par une sorte d'aspiration, l'air léger gagnant les hautes régions est remplacé par l'air dense des parties inférieures. Après le coucher du soleil, l'air des sommets, en se refroidissant, tend à descendre et donne lieu au vent de montagne ou du soir. Aussi, dans des circonstances assez fréquentes, les vallées sont-elles plus froides pendant la nuit que les parties situées sur les versants.

Quelques vents particuliers à certaines contrées méritent d'être connus.

Le *simoun*, très chaud et très sec, vient du désert d'Arabie et des pays voisins ; il souffle rarement dans les stations sanitaires.

Le *siroco* est le vent chaud du Sahara. Il atteint surtout la Sicile et l'Italie, mais il se fait sentir aussi, à certains moments, au niveau des stations de la Rivière où il constitue un vent de sud-est.

En traversant la Méditerranée il se charge d'humidité et amène de la pluie.

En Suisse, le plus redouté de tous les vents est le *foehn* qui règne principalement dans les cantons du nord-est. C'est un vent chaud et relativement sec, mais dont les caractères varient suivant les différents lieux par lesquels il a passé.

Citons encore le *bora* qui visite les îlots de l'Adriatique et le *mistral*, vent du littoral français de la Méditerranée.

Configuration et constitution du sol.

La dernière condition que nous ayons à examiner ressortit à la *configuration du sol et à sa constitution*.

Toutes choses égales d'ailleurs, les particularités qui s'y rapportent ont souvent une influence assez marquée sur le climat pour que des points très rapprochés puissent présenter des caractères climatériques sensiblement différents.

Dans les grandes plaines, la température s'élève très haut pendant le jour pour subir pendant la nuit un très fort abaissement. Il résulte des observations intéressantes faites par Ch. Martins, sur le refroidissement de l'air pendant la nuit, que le froid diminue à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol jusqu'à une certaine hauteur, particulièrement lorsque les nuits sont sereines. L'accroissement de la température est d'abord très rapide, puis plus lent. C'est pour cette raison que les brouillards couvrent le sol dans les plaines et dans les bas-fonds et que les étages élevés des maisons et des

hôpitaux sont plus secs et plus sains que les rez-de-chaussée.

Au bord des rivières et des lacs, il suffit souvent de s'élever à 30 mètres au-dessus du niveau de l'eau, ou même moins encore, pour être à l'abri des brouillards s'accumulant au-dessus de la nappe liquide. On doit donc choisir dans ces conditions les habitations construites sur les coteaux.

Dans les pays de collines les oscillations de la température sont moins étendues que dans les grandes plaines; mais l'échauffement du sol par les rayons solaires a lieu d'une manière inégale et il en résulte des vents locaux, accompagnés de changements plus ou moins brusques de température et d'humidité.

Les chaînes de montagnes déterminent sur les régions voisines des effets qui varient avec la hauteur des sommets, l'étendue et la direction de la chaîne, la nature et la plus ou moins grande abondance de la végétation. Ces chaînes peuvent servir de barrière à des vents froids ou à des vents chauds et par suite élever ou abaisser la température annuelle des points qu'elles abritent.

Elles exercent, de plus, une action sur les vents eux-mêmes, surtout quand ceux-ci sont chargés d'humidité dont elles provoquent la condensation. Dans les pays situés sous le vent de la montagne, le climat est plus sec et plus dur. Les conditions locales étant ici très variables doivent être examinées pour chaque cas particulier.

Pour les points situés sur la montagne elle-même, le plus important est de déterminer s'ils sont situés du côté du soleil ou du côté de l'ombre. Dans l'hémisphère nord, le côté sud-ouest est généralement le plus chaud,

le côté nord-est le plus froid ; le côté ouest est un peu plus chaud que le côté est.

On devra aussi s'inquiéter de la direction du vent. Ce point a autant d'importance que l'exposition du lieu.

En effet, c'est d'elle surtout que dépendent les conditions d'humidité. En Europe, la plupart des versants sud-ouest sont plus humides que ceux du sud-est, bien qu'ils reçoivent plus de calorique.

La *surface du sol* exerce une influence importante sur la température et sur l'humidité des couches inférieures de l'atmosphère. Les expériences faites par Frankland ont fait connaître certains rapports entre la nature de cette surface et la chaleur solaire.

La neige donne la surface la plus réfléchissante. Après elle vient, à cet égard, dans un ordre décroissant, le sol de couleur claire, l'herbe desséchée, les pierres grises, l'herbe verte.

Le pouvoir absorbant de la surface du sol est en raison inverse de son pouvoir rayonnant.

Ainsi donc, plus la couleur du sol se rapproche du blanc, plus la chaleur solaire est grande et plus l'air est frais ; plus la couleur du sol est sombre, plus l'air est chaud et moins grande est la chaleur produite par rayonnement.

Le pouvoir absorbant pour l'humidité est encore plus variable suivant la nature du sol que le pouvoir absorbant pour la chaleur. D'après Elliott, la tourbe absorbe plus de deux fois son propre poids d'eau, l'argile sèche en absorbe un poids égal, le terreau sec la moitié de son poids, le sable sec un peu plus d'un tiers. Ainsi s'explique pourquoi le sable sèche le plus vite et la tourbe le plus lentement.

Buchan a établi que le drainage a une action notable sur la température du sol.

Il a trouvé qu'il élève de 1° la température du sol arable ; que le froid traverse plus rapidement les terres non drainées que les drainées ; que la terre drainée perd moins de chaleur quand la température de l'air est plus élevée que celle du sol ; enfin que le sol drainé se débarrassant plus aisément de son humidité, présente une température plus stable. Ces faits nous permettent de comprendre comment le drainage du sol peut amener une diminution de la phtisie, ainsi que tendent à l'établir les observations relevées par Bowditch, Buchanan et par d'autres encore.

Les conditions relatives à l'absence ou à l'abondance de la *végétation*, ainsi qu'à la nature de cette végétation, modifient d'une manière prononcée certains facteurs des climats.

Les effets de la dénudation dépendent des qualités conductrices du sol pour la chaleur.

Le revêtement de la terre par des végétaux empêche d'une manière plus ou moins complète les rayons solaires d'arriver jusqu'au sol ; il modère par conséquent à un degré variable l'échauffement. D'autre part, les plantes elles-mêmes sont modératrices de la chaleur en raison de l'évaporation constante dont elles sont le siège.

Mais les effets produits par la végétation varient souvent suivant que celle-ci est constituée par des forêts, par des herbes ou des bruyères, par de la tourbe.

L'influence des forêts est bien connue depuis les observations de Fautral et surtout celles d'Erlenmayer dont nous devons donner un court résumé.

Le sol de la forêt présente une température inférieure à celle des prairies jusqu'à une profondeur de

1^{m},20. L'écart est bien plus marqué en été qu'en hiver.

L'air de la forêt se maintient à une température moyenne inférieure à celle de l'air de la prairie. Chacun sait d'ailleurs que pendant les heures de soleil en été on trouve de la fraîcheur sous les ombrages des forêts.

Au niveau d'une forêt les variations de la température sont moins brusques qu'en plaine, le climat y est plus constant.

En effet, les jours étant plus frais, les nuits plus chaudes, l'écart entre la température maximum et la température minimum est plus faible. L'humidité relative de l'air y est toujours plus élevée qu'en plaine ; l'écart est d'environ 10° en juillet, de 3 à 7° en janvier. Aussi la pluie est-elle plus abondante au niveau de la forêt que dans les régions voisines dépourvues d'arbres.

Enfin les forêts peuvent arrêter certains vents et exercer ainsi une influence qui s'étend à quelque distance.

C'est ainsi que certaines stations sont à l'abri des vents froids par suite de la proximité d'une forêt située sur le trajet habituellement parcouru par ces courants atmosphériques.

Les prairies ne sont jamais aussi exposées à s'échauffer que le sol dénudé. H. Weber a constaté entre un sol sans végétation et un sol de prairie voisine une différence de 11 à 17°. D'une manière générale, la prairie tend à abaisser la température de l'été et à rendre l'air plus humide.

Les tourbières et les marécages se font remarquer par une grande humidité du sol et de l'air et par une température annuelle relativement basse. La surface est moins couverte de brouillards. C'est dans ces conditions

que l'air renferme le principe de la malaria, principe qui est susceptible d'être transporté dans des pays plus ou moins éloignés suivant la direction du vent et la configuration du sol.

A un autre point de vue la végétation d'un lieu quelconque permet d'apprécier la qualité d'un climat, aussi bien que les connaissances des moyennes thermométriques. On peut dire, en effet, avec Ch. Martins, que les végétaux sont des thermomètres vivants, ou, avec Fonssagrives, qu'ils représentent de véritables climatomètres.

La détermination de la flore d'un pays constitue donc un renseignement important.

Au point de vue thérapeutique les *saisons climatériques* diffèrent un peu des saisons astronomiques.

L'été comprend les mois de juin, juillet et août, et les stations où l'on réside pendant ces trois mois sont les *stations d'été*. L'hiver comprend décembre, janvier et février; il est passé dans les *stations d'hiver*. Les autres saisons correspondent aux mois intermédiaires.

TRENTE ET UNIÈME LEÇON

DES CLIMATS (SUITE).

Facteurs des climats ou *qualités* de l'air atmosphérique : composition chimique; humidité, brouillards, nuages, pluie; principes surajoutés, poussières; température de l'air, lumière; densité de l'air; mouvements de l'atmosphère.

Messieurs,

Facteur des climats.

Nous avons employé notre première leçon sur les climats à jeter un coup d'œil d'ensemble sur les conditions principales intervenant dans la constitution des climats. Je vais maintenant étudier avec vous, non moins rapidement, ce qu'on appelle *facteurs des climats*. On peut dire que tous ces facteurs sont représentés par les diverses qualités de l'air atmosphérique, les éléments climatériques n'appartenant pas en propre à l'atmosphère étant incapables, en somme, d'exercer leur influence autrement que par son intermédiaire.

Constitution de l'atmosphère.

La question que nous allons aborder présente, pour l'homme, un intérêt de premier ordre, puisque l'air que nous respirons est le principe même de la vie et que des qualités de cet air dépendent en grande partie la santé et la maladie. Aussi a-t-elle attiré l'attention des grands médecins de l'antiquité et notamment d'Hippocrate. Et cependant, nous rencontrerons sur la route que nous avons à parcourir des obscurités regrettables.

Constitution chimique.

L'air atmosphérique doit d'abord être envisagé au point de vue des variations de sa composition chimique.

A pression égale, la proportion des principes gazeux qu'on y trouve est à peu près constante. Les faibles variations dans la richesse en oxygène, qu'on y a signalé dans diverses conditions, ne peuvent exercer une influence sensible sur la santé.

La quantité d'*acide carbonique* renfermée dans l'air normal, en proportion habituellement très faible, augmente parfois, sans devenir nuisible. Toutefois, cette augmentation présente de l'intérêt, parce qu'en général elle est corrélative de la présence dans l'air de principes hétérogènes qui peuvent être nuisibles.

On a encore signalé dans l'air un principe désigné sous le nom d'*ozone* et que les chimistes regardent comme une combinaison de l'oxygène avec lui-même. L'ozone paraît offrir un rapport avec les phénomènes électriques qui ont pour siège l'atmosphère, puisque l'électricité de frottement (statique), à laquelle appartient l'électricité atmosphérique, ozonise l'air.

A l'état normal on n'en trouve que des proportions très minimes, au maximum 1/10000. On attribue néanmoins à l'ozone une certaine importance. Ce n'est pas que cette forme d'oxygène soit capable d'agir à si faible dose d'une manière sensible sur l'organisme, mais les conditions qui amènent son augmentation semblent correspondre à des circonstances intéressantes pour l'hygiène. Ainsi, on ne trouve aucune réaction de l'ozone dans le voisinage des matières en putréfaction, dans les hôpitaux; on constate moins d'ozone dans l'intérieur des villes qu'à la campagne ; il en existe, au contraire, une quantité plus notable au bord de la mer

qu'à l'intérieur des terres, et également plus dans la montagne que dans la plaine.

Le seul effet sensible des petites proportions d'ozone consiste dans une augmentation du sommeil.

A côté des gaz de constitution, il existe toujours dans l'air une certaine proportion de *vapeur d'eau*. Cette circonstance est, de toutes, la plus importante comme facteur climatérique. Humidité.

Je dois ici rappeler que la proportion de vapeur d'eau contenue, dans un volume donné d'air, dépend de la température. Il faut donc distinguer l'*humidité absolue* et l'*humidité relative*. La première est la quantité de vapeur d'eau renfermée dans un certain volume d'air. La seconde indique le rapport entre la quantité de vapeur et celle que l'air contiendrait s'il était saturé. Lorsqu'on parle d'air sec ou d'air humide, on veut indiquer par là que la quantité d'humidité relative est faible ou élevée.

L'humidité absolue varie avec les saisons et suit jusqu'à un certain point les fluctuations de la température; elle est plus élevée en été qu'en hiver. Les variations dans l'humidité relative suivent presque toujours une marche opposée; ce sont elles qui offrent le plus d'intérêt.

D'après Humboldt, le plus faible degré d'humidité relative serait de 23 p. 100. L'air est très sec lorsque l'humidité relative ne dépasse pas 55 p. 100; moyennement sec, lorsqu'elle atteint de 55 à 75 p. 100; moyennement humide, de 75 à 90 p. 100; très humide, de 90 à 100 p. 100.

L'humidité varie, non seulement selon les saisons, suivant la nature des vents dominants, particulièrement lorsque ceux-ci viennent de la mer, mais aussi

aux diverses périodes du jour. Généralement l'humidité atteint son plus haut degré au lever du soleil et son minimum vers les premières heures de l'après-midi.

A l'humidité atmosphérique se rattachent plusieurs phénomènes météorologiques intéressants : la rosée, les brouillards, les nuages, la pluie.

Les brouillards et les nuages exercent une action modératrice sur les variations de la température et jouent par suite un certain rôle dans la détermination du climat d'une station.

Quant à la pluie, il est nécessaire d'en tenir compte pour diverses raisons. La quantité de pluie qui tombe en une année est extrêmement variable suivant les régions. Vous savez qu'elle est estimée par sa hauteur à l'aide des pluviomètres. Nulle au niveau du Sahara, elle s'élève jusqu'à 15m sur le versant sud-est de l'Himalaya.

En climatologie médicale, on doit compter le nombre des jours de pluie par année ou pour chacun des mois de la saison. Cette donnée n'est pas en rapport avec la quantité. Il est également intéressant de noter les heures pendant lesquelles la pluie tombe, car de ce fait dépend le laps de temps que le malade peut passer en plein air.

Dans la montagne, la pluie est remplacée par la neige qui souvent, fort heureusement, tombe uniquement et presque exclusivement le soir ou pendant la nuit. Malgré ces déperditions d'eau, représentées par la pluie ou par la neige, l'air atmosphérique conserve son humidité grâce à l'évaporation.

Le degré du pouvoir évaporant de l'atmosphère dépend de conditions multiples, telles que la température, le degré d'humidité relative, la densité et la violence du vent. Ce pouvoir évaporant a une certaine

importance physiologique, car il règle l'évaporation cutanée et en partie les déperditions de chaleur à la surface du corps.

L'humidité atmosphérique est aussi essentielle à la vie des êtres organisés que l'oxygène lui-même. C'est elle, en effet, qui détermine la distribution de la chaleur à la surface de la terre et qui empêche les couches ascendantes d'air chaud d'arriver rapidement dans les régions élevées de l'atmosphère et d'être ainsi perdues pour nous. Tyndall a parfaitement exprimé ce rôle.

« La vapeur d'eau, dit-il, s'oppose à ce mouvement, s'échauffe et enveloppe ainsi la terre comme d'un vêtement de chaleur qui protège sa surface du refroidissement mortel qui se produirait sans cela. »

La vapeur aqueuse est essentiellement opaque; elle empêche le rayonnement de la chaleur et c'est ainsi que le phénomène de la condensation, dû au refroidissement du sol, devient un moyen de protection (Tyndall). Les climats humides offrent, par suite, l'avantage de présenter des variations thermiques relativement faibles entre le jour et la nuit et d'être, par conséquent, plus constants. Mais l'excès d'humidité offre des inconvénients ; il peut intercepter pendant des semaines la lumière et la chaleur et déterminer des effets déprimants.

L'action de l'humidité sur l'organisme est très notable, mais difficile à définir parce qu'elle est assez complexe. Le degré d'humidité absolue joue un rôle important dans les fonctions respiratoires. L'air absorbe d'autant plus d'humidité en circulant dans les voies aériennes qu'il est plus sec. De là la diminution de l'expectoration dans les climats secs.

L'humidité relative exerce surtout ses effets sur les fonctions de la peau. Dans l'air sec et chaud, l'évapo-

ration cutanée est très active; dans l'air sec et froid, c'est surtout l'évaporation pulmonaire qui est excitée. L'air humide et chaud restreint l'évaporation cutanée quand surtout il y a absence de vent. Dans ces conditions, la sueur ne s'évapore pas et les variations de température produisent alors facilement les maladies attribuables à un refroidissement. De plus, l'appétit et les échanges nutritifs sont diminués et il en résulte pour les individus sains de l'inaptitude au travail. Cependant certains malades se trouvent bien, au moins passagèrement, d'un séjour dans une atmosphère humide et chaude, en raison de la diminution de l'irritation de la muqueuse respiratoire.

Mais, d'autre part, ces mêmes conditions favorisent le développement des affections intestinales, en particulier de la diarrhée, et sont également propres à la pullulation rapide des micro-organismes. En tout cas, dans certains climats chauds et humides, la phtisie pulmonaire affecte souvent une marche rapide.

L'air humide et froid présente également des inconvénients.

En diminuant l évaporation cutanée et en augmentant la déperdition de chaleur sur la surface du corps, il prédispose aux affections catarrhales et rhumatismales ainsi qu'aux affections rénales.

Une grande quantité de pluie ne constitue pas une condition aussi défavorable qu'on pourrait le croire. Elle débarrasse l'atmosphère des poussières, elle en facilite le renouvellement et en diminue l'humidité relative. Toutefois la pluie devient nuisible lorsqu'elle tombe d'une manière assez continue pour s'opposer à l'exercice en plein air. Les inconvénients qu'elle peut offrir sont surtout notables quand la constitution du

sol est favorable à son imprégnation par l'eau.

La neige produit plutôt de bons effets qu'une action nuisible quand elle est persistante et non exposée à des dégels successifs. Elle purifie l'air, le rend plus transparent et plus translucide, augmente la réflexion de la chaleur solaire et s'oppose à l'échauffement de l'air et à la production des vents qui en sont la conséquence.

La composition de l'air est rarement adultérée par des principes chimiques surajoutés. L'ammoniaque, dont on trouve presque toujours des traces dans l'atmosphère et qui peut s'y accumuler en certaine proportion dans quelques circonstances, a moins d'influence sur la vie animale que sur celle des plantes. Principes surajoutés.

Au bord de la mer, l'air renferme des particules salines qui sont absorbées par la voie respiratoire et qui se déposent sur la surface cutanée. C'est à elles en partie que l'air marin doit ses effets toniques.

La pureté plus ou moins grande de l'air doit être prise en sérieuse considération. Vous savez, en effet, que l'air tient en suspension des particules solides nombreuses, mais en proportion très variable suivant maintes circonstances.

Ces particules sont organiques ou de nature minérale.

Parmi ces dernières les plus communes sont le silex, la chaux, le fer. Les particules organiques sont des semences, du pollen, des spores, des œufs, des microbes. Les recherches d'Ehrenberg, de Schwann, de Tyndall, nous ont fourni bien des renseignements intéressants sur ce sujet; mais les expériences de Pasteur, exécutées en 1862, sont celles qui ont acquis le plus de célébrité en montrant pour la première fois

d'une manière éclatante la différence qui distingue, au point de vue de la présence des germes, l'air des glaciers de celui des contrées habitées. Actuellement, grâce à la méthode imaginée par Miquel, on peut apprécier, avec une assez grande exactitude, la proportion des particules étrangères contenues dans un volume donné d'air.

A l'aide d'observations multiples, cet auteur a fait voir que le nombre des organismes inférieurs contenus dans 1 mètre cube d'air varie dans des proportions considérables.

Dans l'air du parc de Montsouris, il oscillait entre 33 et 170 en 1879, tandis qu'il était de 28 au sommet du Panthéon. Il s'élevait à 750, rue de Rivoli, à 5260 dans une chambre de la rue Monge, à 6300 dans une des salles de l'Hôtel-Dieu et à 11000 dans les salles de chirurgie de la Pitié. Dans des recherches plus récentes, le même observateur a comparé l'air recueilli dans des points très différents, mais à des époques très rapprochées.

Il n'a trouvé aucune bactérie dans le voisinage de la mer de Glace, à une altitude de 2000 mètres ; il y en avait seulement 0,8 sur le lac de Thoune, tandis qu'on en comptait 760 dans l'air du parc de Montsouris et 5500 dans celui de la rue de Rivoli.

Il est donc établi que les schizomycètes de l'air disparaissent dès qu'on atteint une certaine altitude. Freudenreich n'en a plus trouvé aux altitudes de 2100 à 3200 mètres, mais il a reconnu que, même à ces hauteurs, l'air en renferme un certain nombre, mais peu élevé, dès qu'il y a des habitations. La grande pureté de l'air est, vous le voyez, un des caractères importants du climat de montagne.

Après ces considérations sur la composition chimique de l'air atmosphérique, il nous reste encore à nous occuper des facteurs se rapportant à la température de l'air, à sa densité, au renouvellement de l'atmosphère.

Déjà nous avons pris connaissance des principales conditions météorologiques qui interviennent dans la détermination de la température et dans la production de ses variations. Température. Lumière.

Nous avons vu que ces conditions sont complexes et capables d'expliquer les écarts de température qu'on observe parfois entre des points très rapprochés.

Notre attention doit se porter actuellement sur le rôle que joue le facteur température dans l'influence que le climat exerce sur l'organisme. Cette question est loin d'être simple, car il est de toute évidence que les effets attribuables à la température d'un climat sont difficilement isolables de ceux qui se combinent avec eux et qui résultent de l'humidité, de la lumière, de l'altitude, etc. Leurs effets.

La chaleur solaire est en quelque sorte la chaleur lumineuse, de sorte qu'elle renferme en soi ce qu'on désigne parfois sous le nom de facteur *lumière*. Le soleil est, en effet, la source principale et presque unique de la chaleur et de la lumière, tant pour l'atmosphère que pour la surface du sol; la quantité de calorique et de lumière fourni par la lune, par les étoiles, par le centre de la terre est négligeable.

Il faut avoir soin de ne pas confondre la chaleur par rayonnement ou *chaleur solaire*, avec la chaleur que l'air acquiert par échauffement. Ainsi dans la montagne, vous ai-je dit, l'air est frais (absence d'échauffement) tandis que la chaleur solaire (rayonnement) est intense.

La chaleur rayonnante échauffe directement les corps qu'elle frappe ; mais elle a un pouvoir calorifique très faible pour les couches d'air qu'elle traverse, car les éléments gazeux, à l'exception de la vapeur d'eau, sont incapables d'absorber la chaleur solaire ; ils sont piathermanes.

La température de l'air à l'ombre est le résultat de la propagation à l'air de la chaleur absorbée par le sol et en partie aussi de celle qu'apportent les vents échauffés au niveau d'autres points.

Les effets physiologiques produits par la chaleur solaire sont encore peu connus ; il paraît certain, cependant, qu'ils sont très puissants.

A degré égal on supporte cette chaleur plus facilement que celle de l'air. Et cela se comprend, l'air chaud à l'ombre étant en même temps chargé de vapeur d'eau qui supprime l'évaporation cutanée et la réfrigération qui en est la conséquence. Le même individu qui pourra exécuter un labeur très dur sous une chaleur solaire de 49°, se fatiguera très rapidement à l'ombre, lorsque la température de l'air sera de 32 à 35 degrés.

Dans les montagnes où la chaleur solaire est très intense, tandis que l'air est frais et sec, on n'observe jamais d'insolation. De même l'insolation est tout à fait exceptionnelle en pleine mer où les rayons solaires peuvent être très chauds, mais où il y a du vent ou tout au moins un grand renouvellement d'air.

Les rayons lumineux et chimiques du soleil exercent incontestablement une action directe sur le travail moléculaire qui constitue la nutrition intime des tissus.

L'effet bienfaisant qui leur est dû est consacré par

divers dictons. Pline avait déjà écrit : *Sol est remediorum maximum.* Les Méridionaux disent : « Là où n'entre pas le soleil, entre la maladie », et les Italiens : « Toutes les maladies viennent à l'ombre et se guérissent au soleil ».

Ces faits d'observation vulgaire ont été corroborés par diverses expériences intéressantes.

On sait que les rayons lumineux agissent par leur action chimique sur la végétation : la chlorophylle ne se développe que sous l'influence de la lumière. Moleschott a constaté que des grenouilles, placées dans les mêmes conditions de température, exhalent plus d'acide carbonique quand elles sont exposés à la lumière que lorsqu'elles sont dans l'obscurité. Plus récemment, S. Fubini et A. Benedicenti, en opérant sur divers animaux hibernants, ont vu que le chimisme respiratoire est accru par la lumière, alors même que les animaux sont en pleine léthargie. Vous connaissez aussi les expériences à l'aide desquelles Edwards a mis en évidence le rôle que prend la lumière dans le développement normal des animaux.

Chez l'homme la lumière semble exercer sur la formation de l'hémoglobine une action analogue à celle qui règle chez les végétaux la production de la chlorophylle.

La privation de lumière conduit à l'anémie, tandis que la chaleur solaire favorise la reconstitution du sang. Enfin la pigmentation de la peau, qui survient sous l'influence des rayons solaires, est encore un fait à rapprocher des précédents.

Vous remarquerez que l'effet chimique des rayons solaires se manifeste au point frappé. L'air échauffé par conductibilité ne devient pas chimiquement actif :

il n'y a pas de vent à action chimique. Ainsi que le dit Radau, l'effet des rayons chimiques s'épuise sur place.

Enfin, la *sérénité* du ciel n'est pas sans exercer une influence favorable sur l'ensemble de toutes les fonctions, et même, suivant la remarque de Humboldt, sur les sensations éprouvées par l'homme. Elle contribue ainsi à relever, à soutenir son état moral.

Ajoutons encore que la lumière solaire, si bienfaisante pour nous, est délétère pour nos ennemis, les microbes pathogènes.

Koch, H. Martin nous ont fait connaître l'action destructive de la lumière sur le bacille de la tuberculose.

Les autres microbes sont, en général, aussi sensibles que celui-ci aux effets produits par les rayons solaires. La lumière diffuse agit à cet égard avec plus de lenteur, mais dans le même sens. Peut-être faut-il rapporter au moins en partie, à ces diverses actions de la lumière, le rapport très net qui existe entre la durée de l'insolation dans un lieu et le taux de la mortalité? La mortalité est d'autant moindre que l'insolation est de plus longue durée.

Quoi qu'il en soit, les particularités relatives à l'insolation doivent être regardées comme constituant le facteur le plus important après les qualités de l'air, lorsqu'on veut porter un jugement sur la valeur d'une station climatérique d'hiver. Il faut qu'il y ait au moins un jour de soleil sur deux et que la durée de l'insolation soit au minimum de six heures par jour (de 9 heures à 3 heures).

Toutes les stations de montagne se font remarquer par la grande intensité de la lumière et par la radiation calorique qui peut, dans les stations alpestres, faire monter le thermomètre, en hiver, jusqu'à 50°, si bien

que les malades peuvent se promener sur un sol couvert de neige, avec des vêtements d'été, et abrités par un parasol. Telle est l'intensité, dans ces conditions, de la radiation solaire, qu'il peut en résulter, chez quelques personnes, un certain degré d'excitation du système nerveux. Cette influence de la lumière solaire paraît s'exercer dans quelques cas par l'intermédiaire des yeux ; les malades disent alors qu'ils sont impressionnés par « la reverbération ».

Le passage brusque du soleil à l'ombre, qui expose à un refroidissement considérable, devra être évité avec soin.

La chaleur de l'atmosphère due à l'échauffement détermine des effets assez variables suivant les sujets. Les Européens en sont souvent incommodés, surtout lorsqu'ils continuent à user des mêmes aliments et des mêmes boissons fermentées que dans leur pays d'origine. Parkes attribue à ce genre de chaleur une influence déprimante qu'il rapporte à une diminution de l'activité nerveuse et au ralentissement des fonctions de la digestion, de la respiration et de la nutrition générale.

Les Européens tombent malades dans les pays dont la température moyenne dépasse de 11° celle de leur pays : ils s'affaiblissent et s'éteignent au bout d'un petit nombre de générations, à moins qu'ils ne se livrent à des croisements avec les races indigènes. Ces observations prouvent combien il est erroné de croire que les climats chauds conviennent aux individus dont la constitution est délicate ou affaiblie par une maladie chronique.

Les stations d'été choisies dans la zone tempérée, celles d'hiver dans les climats chauds, offrent des températures modérées de 13 à 21 degrés.

Dans ces conditions, l'effet général obtenu consiste en une perte de température moindre que dans un climat plus dur et en une diminution notable des efforts de lutte contre les agents extérieurs. Les sujets robustes et encore jeunes sont plutôt affaiblis que tonifiés. Chez eux on observe une diminution de l'appétit, un ralentissement de la digestion, de la respiration, de la circulation et des oxydations, de la lassitude intellectuelle, une diminution de la sécrétion urinaire, corrélative d'une plus grande activité des fonctions cutanées. Les personnes affaiblies sont, au contraire, stimulées et deviennent plus résistantes à la maladie. La chaleur et le soleil paraissent être pour elles des conditions vitales : leurs fonctions nutritives sont accrues et leur poids augmente.

D'autres malades sont, au contraire, en état de bénéficier d'une température basse, plutôt que d'un climat chaud. Nous n'avons pas ici à nous occuper des températures basses extrêmes, mais de celles qu'on rencontre pendant l'hiver dans les stations de la zone tempérée. Ces stations sont favorables aux individus robustes, bien vêtus et suffisamment nourris, dont les fonctions digestives s'accomplissent, par conséquent, d'une manière satisfaisante.

Ces conditions se trouvent réalisées dans certains états pathologiques, tels que le ralentissement de la circulation veineuse, la torpeur des organes intestinaux, les maladies de la nutrition encore peu avancées dans leur évolution. On obtient alors une activité plus grande de la circulation, de la respiration, de l'hématose et un accroissement de l'énergie physique.

Les malades épuisés ou simplement assez affaiblis pour être d'une grande sensibilité au froid, tombent

dans ces stations, dans un état d'engourdissement, de torpeur, qui a été comparé à une sorte d'état d'hibernation. La peau devient bleuâtre et froide, surtout aux extrémités, l'appétit diminue, les fonctions intestinales sont paresseuses, l'intelligence et l'énergie physiques se dépriment.

Pression.

Il est important, en climatologie, de connaître la distribution de la pression barométrique. Elle est indiquée sur les cartes par les *lignes isobariques*. La prédominance des vents, la quantité de pluie dépendent, suivant les régions, de la densité de l'air. Mais on ne sait pas encore quelle influence peuvent exercer sur la santé de légères différences dans la pression atmosphérique, bien que certaines personnes très nerveuses paraissent être impressionnées par ces différences.

La raréfaction de l'air résultant de l'altitude a une action nette dont l'examen ne peut être distrait de l'étude des climats de montagne.

Vents.

Les mouvements de l'atmosphère qui constituent les vents produisent corrélativement des variations dans divers facteurs du climat, notamment dans la température, la lumière, l'humidité, la pression barométrique.

D'une manière générale, les vents ont pour effet de renouveler et de purifier l'atmosphère. Cependant, dans quelques circonstances rares, ils peuvent servir à transmettre certains germes de maladies. Leur influence sur la santé n'est pas bien précisée.

Si l'on consulte certaines statistiques, on voit que, dans notre continent, les vents d'est coïncident avec une augmentation, les vents d'ouest avec une diminution de la mortalité. Une part de cet effet général doit être attribuée à la force du vent, à l'état d'humidité et

de pureté de l'air. D'autre part, si les vents modérés peuvent produire chez les personnes délicates un effet stimulant et tonique, les vents forts, surtout quand ils sont froids, peuvent être nuisibles en augmentant les pertes de chaleur et en intervenant parfois de manière à causer des refroidissements subits.

Un calme absolu de l'atmosphère est également une condition défavorable, surtout lorsqu'il fait chaud et que l'air renferme des organismes pathogènes.

Électricité. Enfin, le dernier facteur à considérer est représenté par l'*électricité atmosphérique*. Vous en connaissez déjà les effets qui peuvent être, suivant les cas, excitants ou, au contraire, sédatifs et même déprimants. Je n'ai rien à ajouter à ces données fort générales, les variations de l'état électrique, suivant les saisons dans les diverses stations fréquentées, n'ayant pas fait l'objet de recherches utilisables.

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON

DES CLIMATS (SUITE).

II. Étude des climats en particulier. — Climats maritimes. — Action physiologique. — *Stations climatériques proprement dites ou hibernales* : climats maritimes ou insulaires humides ; climats maritimes ou insulaires d'humidité moyenne, chauds, frais.

Messieurs,

J'ai terminé dans la dernière leçon l'exposé des principaux renseignements généraux que j'avais à vous énoncer avant d'aborder l'étude des climats en particulier, ou plutôt des stations climatériques les plus importantes.

Pour procéder avec méthode, il est indispensable de diviser les climats en diverses sections. Les classifications qui peuvent être admises n'ont rien d'absolu ; elles varient nécessairement avec les points de vue auxquels on se place pour envisager les climats. Pour les besoins de la pratique, il nous suffira d'adopter la division proposée par H. Weber et qui consiste essentiellement à distinguer deux grandes classes : les climats maritimes, les climats terrestres.

Les climats maritimes sont ceux qui subissent l'influence de la mer : ils sont par suite insulaires ou côtiers. Climats maritimes.

Quelques mots suffiront, après les considérations dans lesquelles nous sommes entré précédemment, pour vous tracer leurs caractères communs.

Les climats maritimes sont remarquables par la

constance relative de la température. Les variations qu'y subit la température de l'air y sont beaucoup moins marquées que dans l'intérieur des terres, parce que la mer s'échauffe sous l'influence du soleil jusqu'à une très grande profondeur et que, pendant la nuit, le rayonnement vers l'espace est amoindri par les brouillards. Le degré hygrométrique de l'air y est toujours très élevé. Comme autres caractères il faut encore citer : la régularité dans la direction et dans l'époque d'apparition des vents locaux; l'élévation de la pression barométrique; la grande intensité de la lumière; la valeur négative de l'électricité atmosphérique, la forte proportion d'ozone; l'absence de poussière et la présence dans l'air de particules de chlorure de sodium et d'une petite quantité d'iode et de brome.

L'action physiologique de l'air marin a été étudiée par divers auteurs et en particulier par Beneke. Elle est assez notable pour faire subir des modifications sensibles à la nutrition générale, modifications qui seraient même plus intenses que celles qui sont produites par les bains de mer. Au bord de la mer le corps tend à se refroidir plus rapidement que dans l'intérieur des terres; les échanges nutritifs sont activés et il en résulte une augmentation de l'excrétion de l'urée surtout et de l'acide sulfurique, tandis que l'acide phosphorique et l'acide urique diminuent.

La quantité d'urine est accrue et le poids du corps s'élève. En général on note un abaissement du nombre des respirations et des pulsations, une amélioration du sommeil et de l'appétit et une légère excitation du système nerveux. Ce dernier effet est parfois assez notable pour que quelques individus très impressionnables perdent le sommeil.

Les stations maritimes doivent être subdivisées, au point de vue médical, en *stations estivales* et *stations hibernales*.

Les bords de la mer et les îles sont recherchés, en effet, dans deux buts très différents : 1° comme stations maritimes proprement dites où l'effet thérapeutique doit être produit par l'air de la mer et par l'usage des bains de mer; 2° comme stations climatériques.

Dans les premières la cure se fait pendant l'été, bien que dans quelques pays méridionaux le séjour au bord de la mer puisse être recommandé toute l'année. Dans les secondes, au contraire, la cure a lieu l'hiver et s'adresse plus particulièrement aux malades atteints d'affections pulmonaires, notamment aux phtisiques.

Nous ne nous occuperons que de ces dernières, la cure marine devant trouver place plus tard lorsque nous étudierons les eaux minérales chlorurées sodiques.

On subdivise les stations climatériques ou hibernales, celles dans lesquelles on passe l'hiver, plus rarement l'année entière, d'après le degré d'humidité de leur climat qui peut être humide, moyennement humide ou sec.

Stations humides.

Les stations maritimes ou insulaires humides sont : Madère, les îles Canaries, les Açores, etc.

Madère.

Madère est la plus connue et la plus agréable. Elle est située à 690 kilomètres de la côte ouest de l'Afrique Septentrionale, sur le 33e degré de latitude Nord et entre le 16e et le 17e degré de longitude Ouest. C'est une île divisée en deux parties par une Cordillière, dont le point le plus élevé est à 2000 mètres d'altitude. La capitale, *Funchal*, se trouve sur la côte méridionale.

Le climat de Funchal est remarquablement égal et doux en toute saison. Il a les principaux caractères suivants : la température moyenne annuelle est de

18 à 19°, sensiblement la même que celle d'Alger. Pendant l'hiver la moyenne de température est de 17°; la température la plus basse de la nuit n'est que de 9°. Dans les étés les plus chauds, la température ne dépasse pas 30°, la brise de mer rafraîchissant l'air, excepté toutefois au moment où souffle le siroco.

L'humidité de l'atmosphère est considérable; l'air est pur, sans poussières et très riche en ozone.

Funchal occupe le versant d'une colline qui le préserve des vents du nord. Les malades doivent donner la préférence à la partie orientale de la ville, où l'on trouve de bons logements et une nourriture convenable.

On se rend à Madère fin septembre et on en revient en avril ou en mai. Le caractère prédominant du climat de cette île consiste dans la grande constance de la température. C'est à lui que se rattache principalement l'action générale sédative exercée sur les malades. Mais parfois cette action est déprimante.

Les états morbides qui ont été améliorés à Madère sont le catarrhe chronique du larynx et des bronches, la toux spasmodique, l'emphysème accompagné d'expectoration modérée, la phtisie à forme éréthique.

Un des inconvénients de ce climat humide est de favoriser les flux intestinaux. Aussi la diarrhée est-elle assez commune à Funchal. Pendant les chaleurs, les malades peuvent s'élever sur la Cordillière et trouver un endroit plus frais à Comacha (770 m.).

Ténériffe.

Ténériffe, la plus importante des îles Canaries, possède la station de *Santa Cruz*. Le climat y est sensiblement le même qu'à Madère. Mais les malades n'y trouvent pas le confort nécessaire.

Stations d'humidité moyenne.

Les climats maritimes ou insulaires d'*humidité moyenne* sont subdivisés en *chauds* et en *frais*.

Stations maritimes ou insulaires humides. — Stations chaudes : sèches et humides.

Chaudes.

Les stations chaudes les plus importantes sont Mogador et Tanger (Maroc), Alger, Cadix, Gibraltar, Ajaccio, Palerme, les stations de la Rivière du Levant, Venise, les stations de la presqu'île des Balkans, Lisbonne, Vigo, la Corogne, Santander, Saint-Sébastien, Portugalete, Biarritz, Arcachon, la Nouvelle-Zélande.

Vous me permettrez de limiter les détails dans lesquels je dois entrer aux stations les plus intéressantes pour nous.

Alger.

La température moyenne d'*Alger* est, d'après Martin et Folley, de 20°. Pendant la saison, de novembre à fin avril, elle est de 14 à 16°. Les variations quotidiennes de la température ne dépassent pas 6 à 8°.

Les pluies sont assez abondantes et prennent parfois la forme d'averses torrentielles; les nuits sont fraîches, les jours presque sans aurore et sans crépuscule. Il est donc indispensable que les malades prennent des précautions le soir. Les vents du nord-ouest, les plus fréquents, soufflent parfois en rafales. En hiver les vents d'ouest prédominent.

Le siroco, qui est redoutable, vient du sud-est et s'y fait sentir plus souvent en été qu'en hiver.

Les malades ne doivent pas habiter la ville même d'Alger, ils doivent se répartir dans les villas qui constituent le faubourg de *Mustapha Supérieur*.

Alger est une station importante, dont l'étude laisse cependant encore à désirer au point de vue médical.

On y traite avec succès les bronchites chroniques, l'emphysème, la phtisie pulmonaire, les diarrhées chroniques, la dysenterie.

Ajaccio.

La station d'*Ajaccio* (Corse) est placée dans une situation très favorable et garantie par des collines

des vents du nord et de l'est. Elle a pour température moyenne annuelle 27°,5, hibernale, 12°.

L'humidité de l'air y est assez élevée. Le climat d'Ajaccio tient donc le milieu entre celui d'Alger et des côtes de la Provence. Il produit une action à la fois tonique et sédative et mériterait d'être mieux connu et plus exploité. Les malades devront éviter les environs de la ville, où règnent endémiquement des fièvres palustres.

Palerme (Sicile), dont la température moyenne annuelle est de 16°,7, celle de l'hiver de 11°, possède un climat délicieux. Les jours de pluie, assez nombreux, y donnent à l'atmosphère des qualités adoucissantes. Le ciel y est clair et lumineux, l'été y est moins brûlant que dans les autres stations chaudes. C'est certainement un des endroits les plus agréables où les malades puissent aller vivre tranquillement au milieu d'une riante nature. Palerme.

Venise est une station médiocre, qui mérite néanmoins d'être citée en raison des agréments qu'on y trouve. Venise.

La moyenne annuelle de la température s'y élève à 13°,2, celle de l'hiver y est de 3°,3.

Les différences mensuelles de température y sont modérées, le climat y est, par suite, assez uniforme. On y séjourne en automne, en hiver et au printemps.

Habituellement on y arrive en octobre et on en repart au printemps où commence à s'y faire sentir le siroco, qui est ici un vent du sud-est.

La violence des vents qui y soufflent mettent Venise à l'abri de la malaria.

La *Tasmanie* et la *Nouvelle-Zélande*, que quelques médecins ont préconisé comme lieux de séjour pour Tasmanie et Nouvelle-Zélande.

les malades, n'ont d'intérêt que pour les colons australiens.

Nous n'en parlons qu'en raison des voyages sur mer dirigés vers l'Australie.

En Tasmanie, où l'on trouve des sites pittoresques et des points extrêmement gracieux, le climat est variable et venteux. Les malades qui fuient les fortes chaleurs de l'Australie pour aller demander un peu de fraîcheur à la Tasmanie doivent choisir le nord ou l'est de l'île : Launceston et le comté de Devon.

La Nouvelle-Zélande, dont la côte est humide et balayée par les vents, doit être évitée par les malades atteints d'affections pulmonaires.

En France, nous trouvons parmi les stations dont nous nous occupons en ce moment, Biarritz et Arcachon, qui empruntent une partie de leurs qualités climatériques au Gulf-Stream.

Ce grand courant d'eau tiède, dont j'ai déjà eu l'occasion de vous parler, se bifurque au moment où il arrive au 46e degré de latitude nord. L'une de ses branches remonte vers l'Irlande, l'autre incline vers le sud et côtoie l'Espagne et le Portugal. Au milieu du golfe, de cette seconde branche se détache un courant secondaire qui entre dans le golfe, en lèche le littoral et vient au niveau du cap Lizard rejoindre la branche principale du Nord.

Biarritz. *Biarritz* possède un climat doux et égal, tonique et franchement marin. C'est une belle station de bains de mer et d'arrière-saison ; mais aussi une station climatérique, recherchée surtout par les Anglais et les Russes. Elle offre l'inconvénient d'être trop fréquentée par les vents.

Arcachon. *Arcachon* est également devenue dans ces dernières

années une station d'hiver et d'été. Sa température moyenne annuelle est de 15°, soit de 1°,11 supérieure à celle de Pau. En hiver elle est de 8 à 10°.

Abritée par des forêts de pins et de hautes dunes, le sol y est sec, le climat uniforme, humide et doux. La grande constance de la température, la perméabilité du sol, l'abondance des arbres y corrigent l'excès d'humidité; l'air y est très riche en ozone ; la vie y est calme, facile, confortable.

Stations fraîches.

Les climats *assez frais*, *d'humidité moyenne*, sont représentés par les stations des côtes d'Angleterre et d'Irlande, influencées par le Gulf-Stream, comme les côtes françaises.

En raison de ces conditions, la température de l'hiver est augmentée, tandis que celle de l'été est diminuée. L'action solaire est tempérée par les brouillards, mais la perte nocturne de température est amoindrie. La quantité de pluie qui y tombe est grande ou plutôt le nombre des heures de pluie est très élevé, sans que la quantité de pluie soit supérieure à celle qui tombe dans les endroits beaucoup plus secs, à San Remo par exemple. La température moyenne de l'année n'y est que de 8 à 10° ; mais en hiver, dans les endroits bien protégés, elle ne descend pas au-dessous de 5 à 7° ; elle n'est que de 4 à 5° dans les non protégés.

Les vents qui y prédominent sont ceux du sud et du sud-ouest. Mais il importe de savoir que les conditions locales de ces nombreuses stations sont très variables. Les endroits qui conviennent pour l'hiver sont ceux de la côte sud-ouest où la température de la mer est supérieure de plusieurs degrés à celle des eaux qui baignent la côte nord-est.

Les parages les plus chauds sont ceux du Devon et du pays de Cornouailles.

D'une manière générale les conditions hygiéniques et diététiques qu'on y rencontre sont excellentes et l'effet qu'on en obtient se traduit par de la sédation.



Stations climatériques ; stations de bains de mer ; stations d'eaux minérales.

Nous indiquerons les stations d'été à propos de la cure marine.

Les stations d'hiver qui doivent seules nous occuper en ce moment sont très nombreuses. Citons seulement les principales.

Penzance (côte de Cornouailles) possède un climat doux, mais assez froid pendant l'hiver et peu uniforme.

Les *les Scilly* ont un climat analogue ; l'hiver y est un peu moins rude.

Torquay (Devon) est un endroit délicieux, très abrité,

où les malades éprouvent une action sédative, parfois trop prononcée pour les tuberculeux.

Teignmouth, *Salcombe*, *Dawlish*, *Budleigh-Salterton*, *Exmouth*, *Sidmouth* doivent être simplement mentionnés.

A *Bournemouth* (Dorset) on a construit un des sanatoria les plus importants de l'Angleterre; mais l'air y est dépourvu de toute propriété marine. On y trouve comme à Arcachon des forêts de pins et les installations y sont confortables.

Dans l'*île de Wight*, *Undercliff*, *Ventnor* et *Bonchurch* sont les points les plus fréquentés. Le sanatorium le plus important pour les phtisiques est celui de Ventnor, station exposée en plein midi et entièrement à l'abri des vents du nord en raison des dunes de l'île. Le sol y est sec et poreux, l'air doux et l'influence marine y rend la température très égale. Mais il n'y a pas d'abri contre les vents d'est. L'hôpital national pour les phtisiques, bien situé, a donné des résultats favorables.

Saint-Léonard et *Hastings*, endroits froids et plus exposés aux vents d'est, ne conviennent pas aux phtisiques.

Le climat de *Grange*, dans le Lancashire, est plus doux.

Rothesay (île de Bute, Écosse) a aussi un climat doux, égal, mais très humide. L'endroit est rendu triste et déprimant par la fréquence des nuages et l'absence de soleil.

En Irlande, nous trouvons *Glengariff*, *Queenstown* *Rostrevor*. A Glengariff le climat est égal et doux, on y jouit d'un beau paysage. Queenstown, dans l'île de Cover est un endroit analogue, plus gai.

Ces différentes stations offrent des ressources importantes pour les malades des Iles-Britanniques ne pou-

vant s'astreindre à un grand déplacement. Comme ce ne sont pas les climats les plus chauds, mais bien les plus constants qui conviennent le mieux aux tuberculeux, ceux ci peuvent en tirer profit. Mais les véritables indications sont le lymphatisme, les maladies dites scrofuleuses, la prédisposition à la phtisie plutôt que la tuberculose pulmonaire déjà nettement confirmée.

Climats maritimes secs.

Les climats *maritimes secs* sont représentés par de très nombreuses stations. Les plus importantes sont : celles de la Méditerranée et de la Riviera di Ponente : Hyères, Costebelle, Cannes et le Cannet, Antibes, Nice, Villefranche, Beaulieu, Boccabruna, Bordighiera, Menton, San Remo, Alassio ; les stations de la baie de Naples : Castellamare, Sorente, Salerne, Amalfi ; l'île Capri, l'île d'Ischia ; Catania, Syracuse en Sicile ; l'île de Malte, les îles Baléares (Espagne) ; sur les côtes d'Espagne, Valence, Alicante, Malaga ; en Égypte, Alexandrie, Port-Saïd.

Riviera.

Les stations comprises entre Hyères et Savone ont entre elles une grande analogie. (Voir la carte des eaux minérales.)

Elles sont disséminées sur une longue étendue de côtes étroites à sol calcaire, ouvertes à la mer d'un côté, protégées de l'autre par des montagnes.

Dans toute cette région la température moyenne de l'hiver est de 9 à 12°, l'air est moyennement sec, d'une humidité de 65 à 70 p. 100, le ciel est clair, le soleil y donne souvent et sa chaleur directe peut atteindre de 45 à 50° en hiver, les jours nuageux sont rares et bien qu'on compte quarante à cinquante jours de pluie pendant les six mois de cure, les malades peuvent sortir à peu près tous les jours, au moins pendant quelques

heures ; enfin les vents de terre et les vents de mer y alternent avec régularité.

Les mois de décembre et de janvier sont relativement calmes, presque dépourvus de vent. Le mistral, sec et froid, se montre au commencement d'avril.

Comme inconvénients, il faut signaler la fréquence de la poussière atmosphérique, l'abondance parfois gênante des moustiques et la différence très grande entre la température au soleil et à l'ombre qui exige des précautions spéciales.

Presque toutes ces stations, dont la réputation n'est plus à faire, déterminent sur l'organisme un effet tonique et excitant.

Elles conviennent dans un grand nombre d'états pathologiques : faiblesse constitutionnelle, scrofule et anémie, diabète, goutte, rhumatisme, affections catarrhales chroniques du larynx, des bronches, de l'estomac et de l'intestin, formes non éréthiques de la phtisie pulmonaire. On ne devra pas y recourir dans les affections qui se compliquent d'excitabilité nerveuse, d'éréthisme vasculaire ni dans la forme floride de la phtisie pulmonaire.

Quelques mots maintenant sur les stations les plus importantes.

Hyères est à quatre kilomètres de la mer, la température moyenne de l'année y est de 15°,6 ; celle de l'hiver de 8°,5. Hyères.

Le milieu du jour y est chaud et favorable aux promenades.

Les grands froids y sont excessivement rares ; mais les vents y sont fréquents et, parmi eux, le mistral qui vient du nord-ouest peut être considéré comme un ennemi pour les malades.

Le climat y est moins excitant qu'à Cannes ou à Nice.

Cannes. A *Cannes* la température moyenne de l'année est de 16°,2 ; celle de l'hiver de 9°,8. Le mistral est moins fréquent qu'à Hyères ; c'est le vent du midi qui domine. Les changements de température y sont assez brusques, les nuits souvent fraîches, l'air habituellement sec. Cannes possède une plage favorable aux bains de mer et de sable et offre aux malades des installations confortables.

Elle est la plus parfaite et la plus aristocratique de ces stations, mais aussi la plus dispendieuse. Les malades peuvent y trouver des points où l'air de la mer s'y fait sentir; d'autres, plus éloignés, qui en sont à l'abri.

Antibes. *Antibes*, qui se trouve à l'étroit dans ses remparts, possède un climat très doux et est entouré d'une riche campagne.

Nice. *Nice*, la plus antique des villes d'hiver, est la station mondaine par excellence. Elle doit en partie sa valeur à sa magnifique situation au fond de la baie des Anges, mais elle offre les inconvénients des villes. Protégée presque complètement contre les vents du nord et de l'est, elle est exposée aux autres vents et notamment d'une manière régulière au vent de terre qui souffle le soir et au vent de mer qui règne pendant le jour. On a calculé que les vents forts, redoutables pour les phtisiques, y soufflent trente-trois jours par hiver. Le mistral n'y règne que très rarement.

Le climat de Nice est sec et les jours de pluie y sont moins nombreux que dans les autres points du littoral, bien que la pluie y tombe parfois avec abondance. La moyenne des beaux jours de la saison est de 82. Le nombre des jours où les malades ne peuvent sortir en

raison de la pluie ou du vent violent est de 50 à 60. es brouillards y sont inconnus, la neige rare.

La température moyenne de l'année y est de 15°,2; celle de l'hiver de 8°,3; le climat y est donc un peu moins doux qu'à Cannes et à Menton, de 0°,5 seulement. Voici d'ailleurs les températures moyennes des six mois de séjour : novembre, 11°,6; décembre, 9°,2; janvier, 8°,1; février, 9°,5; mars 11°,2; avril, 14°,5.

Les malades doivent y faire choix de leur logement avec soin.

La promenade des Anglais est le quartier le plus excitant.

Dans la plupart des cas, on donnera la préférence aux quartiers de Carabacel et de Cimiez.

Les indications de Cannes et de Nice sont sensiblement les mêmes. On doit y arriver fin novembre et en partir en avril.

Monaco et *Monte-Carlo* possèdent des quartiers bien situés et pourraient être plus largement utilisés si on n'y réclamait pas plutôt des joueurs que des malades.

Menton offre un bassin formant une sorte de serre chaude, mieux préservée à l'est qu'à l'ouest, où le vent souffle souvent en mistral. La température annuelle y est de 17°,6; celle de l'hiver de 9°,2. C'est la station la plus chaude du littoral. L'atmosphère y est moins tiède que dans les précédentes. Le ciel y est lumineux et transparent; mais souvent l'air y est froid et humide, matin et soir, et les malades doivent s'en préserver. Cette station très sérieuse, un peu triste peut-être, convient plus particulièrement aux phtisiques excitables, hémoptoïques. On y trouve de bonnes installations. Menton.

San Remo occupe une situation charmante et pos- San Remo.

sède un climat calmant et délicieux. Très abrité, il n'est guère visité que par le vent d'est (*vento greco*).

Alassio, *Bodighiera*, *Ospedaletti* sont de bonnes stations, plus modestes. La dernière paraît convenir particulièrement aux phtisiques affaiblis et cachectiques.

La *baie de Naples* est très exposée aux vents. C'est une station très chaude et très excitante, ne pouvant convenir qu'aux individus lymphatiques et apathiques.

Catane, non loin de l'Etna, est très favorable comme séjour d'hiver. Elle le doit à la grande fixité de sa température et à l'absence des vents froids.

Malaga est une station très excitante, et *Valence*, un endroit chaud et humide, dépourvu de confort.

TRENTE-TROISIÈME LEÇON

DES CLIMATS (SUITE).

Voyages sur mer. — CLIMATS DE TERRE : 1° *Climats de montagnes* A. stations hibernales : hautes stations.

MESSIEURS,

Pour compléter l'étude des climats maritimes, je crois utile de vous présenter un court résumé de nos connaissances sur l'emploi thérapeutique des voyages en mer. Vous n'ignorez pas que ces voyages étaient vivement recommandés par notre grand Laënnec. Voyages sur mer.

Actuellement ils sont très en faveur et, dans ces dernières années, ils ont été surtout préconisés chez nous par Peter.

C'est au point de vue du traitement de la phtisie qu'ils offrent le plus d'intérêt. Cette maladie est plus rare dans la marine que dans l'armée de terre, ce qui semble dû à ce que les marins mènent une vie active au sein d'une atmosphère pure. Il est bon de savoir que pour trouver cette atmosphère pure, il est nécessaire de s'éloigner au moins de deux kilomètres des côtes. Les sanatoria anglais qui ont été établis sur mer dans ces derniers temps ne se trouvent donc pas placés dans des conditions suffisamment favorables.

On a reconnu l'utilité de faire faire aux malades un très long voyage. Celui auquel on donne habituellement

la préférence, est le trajet d'Angleterre ou de France en Australie par voilier.

Les bâtiments à voile offrent sur les vapeurs d'autres avantages encore que la lenteur de la traversée. Les changements de température sont ménagés, graduels, l'encombrement à bord est moindre, les cabines sont plus commodes, il y a moins de poussière et de sable, on y n'est pas incommodé par le grincement d'une machine, on n'y ressent aucune trépidation ; la marche du bâtiment est douce et engage au repos. Si l'on passe par le Cap, le voyage représente 19 300 kilomètres. Le seul inconvénient de cette traversée réside dans le calme plat que l'on rencontre à l'équateur.

A ce moment l'air des cabines diminue, la chaleur est humide et accablante, bien que le thermomètre ne dépasse pas 30°. Notons aussi qu'à la fin du voyage le temps devient frais et que, par suite, les malades doivent prendre des précautions. La durée du trajet par voilier est de 70 à 90 jours. On doit partir en novembre ou au commencement de décembre.

Un tel voyage amène une révolution complète dans les habitudes. C'est une existence nouvelle, dépourvue de plaisirs, mais exempte de tout souci. Les malades n'ont plus qu'à dormir, à manger, à se laisser vivre d'une vie molle, indolente, parfaitement propre à réparer les ravages produits par le surmenage ou par les effets d'une maladie chronique. Dans les latitudes chaudes, ils peuvent rester en plein air 15 heures par jour. C'est là un des principaux facteurs de cette cure spéciale. On ne peut trouver un air vraiment pur qu'au milieu des déserts, sur les sommets des montagnes ou en mer. A cet égard, la mer présente une supériorité marquée à laquelle vient s'ajouter un autre facteur

important, représenté par l'uniformité remarquable du climat océanien. Le refroidissement, vous ai-je dit, est inconnu en mer. L'air y est très humide et la grande humidité peut bien avoir des inconvénients, mais elle a pour avantages de diminuer la toux, de détendre le système nerveux des malades excitables ou surexcités, de calmer ou de prévenir l'insomnie.

En résumé l'action générale produite par les voyages sur mer est à la fois tonique et sédative.

Ces voyages sont indiqués dans les maladies nerveuses essentielles, dans les convalescences de pneumonie et de pleurésie, dans la scrofule, dans l'asthme humide, dans la laryngite, dans la phtisie à marche lente, non encore avancée dans son évolution.

Ils sont contre-indiqués lorsque les sujets sont avancés en âge ou très affaiblis, dans les formes rebelles de la dyspepsie, dans les affections qui s'accompagnent de délire et enfin lorsqu'il existe une trop grande disposition au mal de mer.

Les phtisiques sont le plus souvent dans l'obligation d'entreprendre plusieurs voyages et de s'entourer, dans leur intervalle, de grandes précautions. Lindslay dit fort bien qu'il serait absurde d'espérer une guérison en moins d'un an, mais il montre en même temps que cette guérison est assez souvent obtenue ainsi que tend à l'établir la statistique intéressante de Williams.

On a encore recommandé d'autres voyages. Celui du Cap est trop court; celui de l'Inde et de l'Indo-Chine, plus important, a l'inconvénient d'exiger un séjour trop prolongé dans les mers tropicales.

Lorsque le malade se rend en Australie, il court le danger de débarquer dans des localités peu appropriées

à son état et de séjourner dans des grandes villes où il peut commettre bien des excès.

Il importe donc de savoir que l'Australie, d'abord vantée comme séjour pour les phtisiques, est aujourd'hui très décriée. La vérité est qu'elle est favorable lorsqu'on sait y choisir sa résidence.

On devra éviter la côte et les montagnes pour se réfugier soit dans la Riverina (Nouvelle-Galles du Sud), soit dans les prairies de Darling (dans le Queensland) qui peuvent être considérées comme des sanatoria excellents. On y vit très simplement en plein air et on y fait un exercice bienfaisant. Pendant l'été on se rendra en Tasmanie.

Le mois de mars est la plus belle saison en Australie. Les malades qui y débarquent à cette époque peuvent en visiter les grandes villes; mais, s'ils veulent y séjourner, ils devront aller passer l'hiver dans des endroits plus salubres. Lindslay leur donne le conseil d'y rester peu de temps et de ne pas tarder à reprendre la mer.

Climats de terre.

Les climats de terre se divisent, avons-nous dit, en climats de montagne et en climats de plaine.

Les premiers ont acquis dans ces dernières années une grande importance en raison des modifications survenues dans les opinions des médecins touchant la cure climatérique de la phtisie. Le mouvement parti de l'étranger s'est propagé en France, où il a rencontré en Jaccoud un ardent promoteur. Jusque dans ces derniers temps, on se faisait d'ailleurs une idée assez inexacte des climats de montagne.

Climats de montagne.

Après vous avoir montré précédemment l'influence de l'altitude, de la configuration du sol, etc., sur la

constitution des climats, je vais pouvoir vous présenter en quelques mots un tableau d'ensemble des principaux caractères des climats de montagne.

Ces caractères sont nécessairement assez variables suivant l'altitude, la latitude, la ligne isothermique et quelques autres éléments encore. Il est possible, cependant, de leur reconnaître certains traits communs et de faire ressortir les avantages particuliers que tous présentent à un degré variable.

Vous vous rappelez qu'en montagne la température se modifie d'une manière assez régulière avec l'altitude. En hiver, pendant la saison qui nous intéresse particulièrement, il faut compter environ 280 mètres d'élévation pour voir le thermomètre s'abaisser de 1°. Les exceptions à cette loi dépendent du voisinage des forêts, de la situation des stations soit au pied des vallées, soit au contraire sur des plateaux.

L'humidité ne présente rien de fixe ; elle est généralement assez faible et suit dans l'espace d'un jour une marche régulièrement décroissante jusqu'à midi où elle atteint son minimum, pour augmenter ensuite.

Dans nos contrées, ainsi que l'a fait voir Gasparin, la quantité de pluie augmente avec l'élévation au-dessus du niveau de la mer. Mais, outre que la quantité d'eau qui tombe est sans rapport avec le degré d'humidité, en montagne, surtout pendant l'hiver, la pluie est constamment remplacée par de la neige.

Les brouillards se forment au fond des vallées et les nuages viennent s'amonceler dans les couches moyennes de l'atmosphère. Habituellement, sur les hauteurs ils sont rares et l'atmosphère y est d'une superbe transparence.

Un des caractères les plus importants du climat de

montagne résulte de la grande intensité de la chaleur directe du soleil. Ce point, qui vous est déjà connu, a fait l'objet d'observations précises. A Davos-Dörfli, par exemple, Frankland a relevé le 21 décembre 1873, à 2 heures 50 de l'après-midi, l'indication de 45° sur un thermomètre à boule noircie, placé dans le vide. Le même jour à 3 heures, la température était à l'observatoire de Greenwich de 21°,9.

En été, les conditions ne sont plus les mêmes; la prédominance de la chaleur solaire commence à se faire sentir dans les montagnes au mois d'octobre. Malgré cette grande chaleur directe, comme l'air n'est pas échauffé par contact, il reste froid et est inspiré tel.

La lumière est d'une grande intensité, la quantité d'ozone assez élevée, l'air d'une grande pureté. Relativement à l'état électrique, nous ne connaissons rien de précis. Disons seulement que Becquerel et Breschet l'ont trouvé de valeur positive sur le Saint-Bernard.

Enfin les mouvements de l'atmosphère sont variables suivant les localités, mais toujours assez forts pour en activer le renouvellement. En hiver, les vents sont moins violents qu'en été.

Le sol, constitué par des rochers, est de nature à restreindre l'humidité.

En résumé, les climats de montagne ont pour caractères communs : la faible pression barométrique ; l'intensité de la chaleur solaire directe contrastant avec l'absence d'échauffement notable de l'air et par suite la basse température qui règne à l'ombre et pendant la nuit; la sécheresse de l'air malgré l'abondance de la pluie ou de la neige; l'intensité des vents, bien que ceux-ci soient modérés en hiver et dans les endroits

protégés; la pureté remarquable de l'atmosphère, la splendeur de la lumière, l'abondance de l'ozone et la sécheresse du sol.

Un tel ensemble de caractères climatériques doit nécessairement exercer sur l'organisme une action notable.

La circulation de la peau est excitée d'une part par la fraîcheur de l'air, de l'autre par la chaleur solaire. L'évaporation cutanée augmente sous l'influence de la sécheresse et du grand renouvellement de l'air.

Pendant les premiers jours qui suivent l'arrivée dans la montagne, on constate une légère accélération du cœur, laquelle ne tarde pas à disparaître; en même temps l'énergie cardiaque est accrue. La respiration est également modifiée; mais les nombreuses observations qui ont été faites sur ce point sont contradictoires, lorsqu'on ne tient pas compte des conditions variables dans lesquelles se sont placés les expérimentateurs. Il faut distinguer, en effet, avec soin, les effets qui se montrent pendant l'ascension ou peu après, de ceux qui résultent d'un séjour prolongé sur un point élevé.

Dans le premier cas, il y a à la fois une grande activité fonctionnelle de la respiration, de la digestion, et une augmentation des mouvements corporels. Il est donc tout à fait naturel que Marcet, Mermod, etc., aient trouvé une augmentation dans l'excrétion de l'acide carbonique. Mais en est-il de même en cas de séjour permanent? D'une manière générale, on a admis le contraire, en invoquant surtout l'effet que devait provoquer la raréfaction de l'air et la diminution de sa richesse en oxygène. Les études de Lombard. de Jourdanet, de P. Bert ont même fait adopter cette opinion, à savoir que, sur les hauts plateaux, il se produit un état par-

ticulier d'asphyxie relative, désigné sous le nom d'anoxhémie par Jourdanet. Ces vues sont certainement théoriques.

En réalité, il existe toujours dans l'air plus d'oxygène qu'il n'en faut et il se produit rapidement, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, un équilibre dans les tensions gazeuses interne et externe.

D'autre part, il ne faut pas oublier que ce sont les échanges nutritifs qui règlent la consommation de l'oxygène et que, par suite, les effets de l'altitude sur cette consommation ne peuvent être qu'indirects. On ne doit donc tenir compte dans l'appréciation de cette question que des données fournies par l'observation. C'est ce qu'a bien compris Veraguth dans son étude sur l'action physiologique du climat de la Haute-Engadine.

Il a vu que la fréquence de la respiration augmente de trois mouvements par minute pendant la première semaine pour redevenir ensuite normale, que le volume relatif de l'air expiré augmente notablement d'abord, puis diminue tout en restant plus élevé que dans la plaine ; que le volume absolu de cet air s'accroît pendant la première semaine, puis devient inférieur à ce qu'il est dans la plaine.

L'auteur appelle volume d'air relatif, le volume mis en circulation et calculé avec le spiromètre de Bellangé. Le volume absolu est ce volume réduit à l'unité par la formule $V = \frac{V'B}{(1 + 0{,}00367\,t)\,760}$ (B est la pression, t la température).

Le même auteur a trouvé, de plus, que la quantité d'acide carbonique exhalée est constamment augmentée et qu'il en est de même de la vapeur d'eau.

Il n'a pas observé de modification de la température du corps. Pendant les premiers jours du séjour dans la montagne, il a constaté une légère diurèse et plus tard une diminution persistante de la quantité d'urine; une diminution de l'urée d'abord, puis une augmentation et puis de nouveau une diminution persistante; une absence de modification relativement à l'acide urique. Enfin il a noté une diminution du poids du corps qui disparaît par retour dans la plaine.

Ces données intéressantes mériteraient confirmation.

Un des résultats du séjour dans la montagne paraît être l'ampliation de la poitrine, ampliation qui se traduirait par une augmentation d'un centimètre à un centimètre et demi dans la circonférence de la cage thoracique. Il a été signalé par Weber chez des jeunes gens qui avaient séjourné pendant une période de trois à douze mois dans les montagnes. Dans ces conditions on peut invoquer un effet de croissance; mais il nous paraît certain que la marche en montagne, que les ascensions, sont capables, surtout chez les individus encore jeunes de développer les diamètres de la cavité thoracique et on pourrait en fournir la preuve en se livrant à cet égard à des mesures spirométriques.

D'une manière générale l'appétit augmente jusqu'à l'altitude de 2000 mètres, du moins au début du séjour. Chez quelques malades il se perd parfois à l'altitude de 1200 à 1600 mètres, pour augmenter dès qu'il y a accoutumance. Lorsque l'inappétence persiste, les malades doivent redescendre dans la plaine. En général la nutrition est favorisée, l'énergie musculaire s'accroît, les forces reviennent, la neurasthénie disparaît, mais à la condition que le sommeil soit

tranquille et réparateur. Certains surmenés des villes sont agités dès qu'ils arrivent à une altitude de 1200 à 1500 mètres ou même moindre, leur sommeil est léger, entrecoupé de rêves. Il est rare cependant que cette excitation soit persistante.

Stations hibernales.

Au point de vue pratique les stations de montagne sont divisées en *hibernales* et en *estivales*; quelques-unes peuvent être utilisées pendant les saisons de transition. (Voir la carte des eaux minérales.)

Les *stations hibernales* doivent être distinguées en *hautes stations* et en stations *montueuses moyennes*.

Hautes stations.

Les hautes stations ont acquis depuis quelques années une vogue qui paraît méritée.

On a voulu établir une opposition entre les stations de plaine ou les stations maritimes d'une part et, d'autre part, les stations de montagne, en prétendant que lespremiè res ne produisent dans la phtisie pulmonaire que des effets palliatifs; que les stations de montagne, au contraire, sont des moyens véritablement curatifs, grâce à l'action stimulante et fortement reconstituante du climat dont elles sont favorisées.

A la vérité une station climatérique quelle qu'elle soit place simplement les malades dans des conditions qui favorisent plus ou moins la réparation des lésions causées par la maladie. Une telle opposition n'est pas justifiée. Les stations de montagne présentent, comme les autres, certaines indications, certaines contre-indications. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'elles sont venues, dans ces dernières années, accroître dans une mesure importante les ressources que nous offre la climatothérapie dans la lutte engagée contre la tuberculose.

Les principales stations de grande altitude sont celles de l'Engadine.

Davos (Alpes Grisonnes) tient la première place. Elle est située dans une large vallée dirigée du sud-est au nord-ouest, à la partie inférieure d'un versant de montagnes qui regarde vers le sud et le sud-est. Son altitude est de 1556 mètres, la pression barométrique moyenne y est de 630 millimètres. La température moyenne de l'année y est de 2°,5 environ, mais dans l'été cette température s'élève jusqu'à + 24°, tandis que dans l'hiver elle descend jusqu'à — 25°. Les différences de température entre le jour et la nuit y sont également très grandes et souvent aussi d'un jour à l'autre. Davos.

La température des mois de cure, de novembre à mars, y est presque toujours de quelques degrés au-dessous de zéro, en moyenne pour le mois de janvier de — 6 à — 7°. Mais ces moyennes de température n'indiquent en aucune façon la température à laquelle les malades sont exposés. La chaleur solaire y est en effet très élevée, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant :

Température max.	oct.	nov.	déc.	janv.	févr.	mars.
A l'ombre.	15°,78	2°,57	3°,89	2°,25	1°,53	2°,48
Au soleil.	56°,15	41°,18	42°,82	42°,39	44°,09	50°,18

L'air y est relativement assez humide, et un peu plus en hiver qu'en été. Cependant il n'y aurait, d'après Steffen, que 4gr,8 de vapeur d'eau dans un mètre cube d'air, de sorte que cet air, élevé à la température de 37° dans le poumon, pourrait encore prendre 38gr,7 d'eau, l'air à 37° renfermant, à saturation, 43gr,5 de vapeur d'eau.

On y compte à peu près autant de jours de neige que de jours sereins et la neige y couvre le sol d'une manière constante et y reste à l'état pulvérulent, du milieu de novembre au milieu de mars.

Pendant ce temps les vents y soufflent avec moins de violence qu'en été.

L'atmosphère y est claire, lumineuse et assez calme pour atténuer les effets de l'air froid.

On se rend à Davos en juin pour y faire une cure d'été, en novembre pour la cure d'hiver qui est la vraie. L'absence de phtisie chez les habitants indique les qualités spéciales de ce climat de montagne.

Les malades que l'on envoie à Davos y trouvent une installation matérielle convenable; mais ils y vivent en commun comme dans les sanatoria, ce qui constitue un inconvénient très réel. On les soumet à une diète particulière et à des pratiques hygiéniques et notamment à des ablutions froides ou même à l'hydrothérapie.

A *Davos-Dörfli* les conditions sont sensiblement les mêmes qu'à Davos; cependant on y jouit d'une heure de soleil de plus.

Plus bas, on trouve les petites stations de *Davos-Frauenkirch* et de *Wiesen*. Cette dernière est située à 17 kilomètres de Davos, sur une pente pittoresque surplombant la gorge de la Landwasser, à une altitude de 30 mètres plus faible que celle de Davos. Le climat y est plus doux, l'hiver un peu plus court; mais l'endroit est moins bien abrité. Les malades y trouvent plus de calme et de simplicité qu'à Davos; mais peut-être un peu trop de solitude.

Saint-Moritz. Dans la Haute-Engadine, la plus élevée des vallées de l'Europe habitées toute l'année, on trouve *Saint-Moritz* (1855 m.), *la Maloja*, *Pontresina* (1808 m.). *Maria Sils* (1805 m.) et *Samaden* (1742 m.).

Les deux sanatoria d'hiver sont Saint-Moritz et la Maloja.

L'orientation de la vallée de la Haute-Engadine est moins favorable que celle de Davos ; elle permet l'accès des courants d'air refroidis par les glaciers et les neiges situés dans la direction de l'Inn. Le froid y est plus rigoureux que dans la vallée de Davos et jusqu'à présent la cure d'hiver y est moins suivie que celle d'été.

Les quatre sanatoria alpins : Davos, Wiesen, Saint-Moritz, la Maloja, constituent une série de stations dont les qualités toniques sont sensiblement les mêmes, mais dont les effets stimulants sont assez variables, pour que l'on puisse en faire un choix approprié au type de la maladie.

Wiesen est la station la moins stimulante, Saint-Moritz et la Maloja le sont sensiblement plus, Davos occupe une place intermédiaire.

Citons encore dans les Alpes le nouveau sanatorium qu'on vient d'installer à *Leysin* (canton de Vaud), au-dessus d'Aigle, dans un pays de langue française. Leysin.

Leysin est situé à 1450 mètres d'altitude, au bord de forêts de sapins. L'atmosphère y est peu humide, l'insolation considérable, beaucoup plus durable qu'à Davos. La température y est relativement élevée. Cette nouvelle station nous paraît appelée à rendre de grands services et à être très fréquentée par les malades français.

Les Andes possèdent de hautes stations dont je vous dirai quelques mots, bien qu'on doive renoncer actuellement à l'espoir d'y atteindre prochainement par le trop fameux canal de Panama.

La plus connue de ces stations est *Santa-Fé-de-Bogota* (Colombie), située à plus de 2750 mètres d'altitude. Bogota.

Sa latitude, de 4°30′ Nord, est telle que malgré cette grande altitude le climat y est tempéré.

La température moyenne de l'année y est de 14°, les changements de saison y sont nuls ; il y règne un printemps perpétuel qui en fait un endroit délicieux, dont la végétation est de toute beauté.

Les résultats qu'on en obtient seraient, paraît-il excellents; mais le voyage pour y aller est long et très pénible.

Quito, *Arequipa*, *Jauja*, *Huancayo*, seraient également de bonnes stations.

Les stations d'Asie et d'Afrique sont sans nul doute intéressantes au point de vue scientifique; mais sans importance pratique. L'Himalaya qui présente de sa base à ses sommets inaccessibles tous les climats imaginables n'est pas encore exploité; il commence d'ailleurs à peine à être connu. Cependant la station de *Darjiling* (2000 m.) dans le Bengale occidental a acquis déjà une certaine réputation.

Citons encore *Connor* (2300 m.) non loin de Madras.

TRENTE-QUATRIÈME LEÇON

DES CLIMATS (SUITE ET FIN).

Climats de montagne. — *A.* Stations hibernales : stations montueuses moyennes; *B.* stations estivales. — 2° *Climats de plaine :* secs et chauds; humides.

Messieurs,

En nous occupant, dans la dernière leçon, des stations élevées, nous avons pris rapidement connaissance de celles qui offrent, au point de vue thérapeutique, le plus d'importance parmi les stations de montagne. Mais à côté d'elles, il en est d'autres qui présentent un certain intérêt parce qu'elles permettent à quelques malades de s'habituer progressivement aux climats froids des hautes altitudes et qui servent ainsi de préparation à une cure plus active. Ce sont les stations *montueuses moyennes*. Toutefois, il est bon de faire observer que plusieurs d'entre elles sont plutôt recherchées dans les saisons intermédiaires qu'en hiver. Stations montueuses moyennes.

Les stations françaises qui peuvent être fréquentées en hiver ou tout au moins en automne, sont en même temps des villes d'eaux thermales; elles sont donc propres à une double cure, climatérique et minérale. Parmi elles, je citerai Le Vernet, Amélie-les-Bains, Gréoulx.

Le Vernet (Pyrénées-Orientales) est à une altitude de 629 mètres. La température moyenne des trois Le Vernet.

derniers mois de l'année y est de 11°,5. Le climat y possède des qualités calmantes, mais il est inconstant et inégal. Cette station a aussi l'inconvénient d'être mal abritée des vents et de reposer sur un sol humide. Mais les malades peuvent y suivre, même pendant l'hiver, une cure sulfureuse, et récemment un médecin distingué, Sabourin, y a installé, à la base du Canigou, un sanatorium analogue aux établissements allemands. Les phtisiques peuvent y faire, dans de bonnes conditions, la cure de plein air.

A cet effet, on a construit des kiosques ou des galeries vitrées qui sont étagées à des altitudes de 640 à 700 mètres et exposées au sud-ouest. La chaleur solaire directe est évitée, de manière à permettre aux patients de rester de longues heures à l'air pur.

Amélie-les-Bains.

Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales), la plus méridionale des stations françaises, présente un climat doux, ayant des qualités sédatives, rendu légèrement frais à cause du voisinage des montagnes. Les pluies y sont rares et la station est protégée des vents du nord par le Canigou et un amphithéâtre de montagnes. On y séjourne surtout en automne, mais l'hiver y est également assez favorable.

L'altitude d'Amélie-les-Bains n'est que de 280 mètres, la température moyenne de novembre à mars y est de 9°,55.

Gréoulx.

Gréoulx (Basses-Alpes), à 350 mètres d'altitude, est une station d'automne plutôt que d'hiver. Le climat y est doux et égal.

Grasse.

Nous signalerons encore parmi les stations françaises *Grasse* (Alpes-Maritimes), à 330 mètres d'altitude. On peut y suivre une cure d'hiver. La température moyenne de cette saison est de 7°,35, presque égale

à celle de Rome. Le climat de Grasse offre une certaine analogie avec celui des stations de la Riviera ; mais rendu plus tonique en raison de l'altitude.

Les stations étrangères sont assez nombreuses. Je ne vous indiquerai que les plus fréquentées.

Nous en trouvons tout d'abord un certain nombre sur le bord du lac Léman (Suisse).

Vevey, à 382 mètres d'altitude, a une température moyenne annuelle de près de 10 degrés. Le climat y est très agréable pendant l'automne, où l'on peut y suivre une cure de raisin. Les vents du nord y sont modérés. Pendant l'hiver, le ciel est clair, sans brouillards et la chaleur solaire assez intense pour permettre à ceux qui sont capables de se promener de rester de longues heures en plein air. Vevey.

Le climat de *Montreux* est encore plus doux. On y fait en automne la cure de raisin et on y jouit en hiver et au printemps, d'un climat tempéré. Montreux.

Les malades se répartissent dans les hameaux qui s'étendent, en se touchant presque, de Vevey à Villeneuve, soit à *Clarens*, *Vernet*, *Montreux*, *Territet-Veytaux*, endroits dont l'altitude varie de 375 à 500 mètres et où la température moyenne de l'année est de 10°,5, celle de l'hiver de 2°,5. On y arrive en automne et on y séjourne jusqu'au printemps.

Le climat de cette région est à la fois sédatif et fortifiant. Je citerai encore en Suisse : *Aigle*, *Bex*, *Sion*, *Lugano* (sur le lac du même nom).

Meran, dont l'altitude est de 385 mètres, occupe, sur le cours de l'Adige, le versant méridional des Alpes tyroliennes. Meran.

La température moyenne de l'année y est de 10°,15. C'est encore une station d'automne et de cure de raisin ;

mais beaucoup de malades y séjournent également pendant l'hiver. On ne doit pas y arriver avant le dessèchement des marécages. *Botzen* et *Gries*, situés plus bas que Meran, servent de trop-plein à cette dernière station, dont la population étrangère tend à s'accroître d'année en année.

Les *stations hibernales* sont particulièrement appropriées à la cure de la phtisie pulmonaire. Mais les climats de montagne ne doivent pas être envisagés à ce point de vue restreint. Lorsqu'on en considère les multiples appropriations, on voit que bon nombre des stations que nous venons de ranger parmi les hibernales, peuvent convenir pendant l'été à d'autres malades qu'aux tuberculeux. C'est ainsi que Saint-Moritz, par exemple, est à la fois station d'hiver et d'été. Il en est de même de tous les endroits qui ne sont pas spécialement aménagés pour les phtisiques.

Stations estivales.

Les *stations estivales* comprennent un certain nombre de stations fréquentées par des malades pendant toute l'année et, de plus, les stations où l'on se rend exclusivement pendant l'été. Dans quelques-unes d'entre elles, il existe des eaux minérales, de sorte que les malades y sont souvent soumis à une cure complexe où le climat n'intervient que pour une part.

Göbersdorf.

La plus importante de celles où se rendent les tuberculeux, est *Göbersdorf* (Silésie) où Brehmer a fondé, il y a plus de vingt ans, le premier établissement de montagne. Le sanatorium est situé à 557 mètres d'altitude. Les malades y suivent une cure complexe dont les facteurs sont l'air, l'hydrothérapie et un régime spécial.

Les malades y séjournent pendant le printemps, l'été et l'automne. La cure de Göbersdorf ne produirait pas les mêmes effets que celles des hautes stations;

elle présente des indications spéciales et constitue une ressource pour les malades qui ne seraient pas en état de supporter la vraie cure d'altitude.

On raconte que le docteur Ungern, atteint de phtisie, a séjourné à Göbersdorf sans en retirer aucun bénéfice. Étant allé ensuite à Davos, il y a trouvé la guérison. C'est de là que daterait la réputation de cette station de haute altitude.

Dans ces dernières années, *Falkenstein* est venue faire concurrence à Göbersdorf. Situé sur le versant du Taunus, près des stations de Soden et de Kronberg, à une altitude d'à peine 450 mètres, le sanatorium de Falkenstein a été installé par le docteur Dettweiler, de manière à permettre aux malades de séjourner à l'air. C'est lui qui a servi de modèle aux récents établissements du même genre et en particulier au sanatorium français du Canigou, que nous avons eu l'occasion de mentionner. Falkenstein.

Les autres stations estivales sont très nombreuses, mais peu fréquentées par les phtisiques.

Citons le mont Salève, à quelques kilomètres de Genève dont les stations sont *Mornex* (497 à 566 mètres d'altitude) et *Monnetier* à 712 mètres; *Saint-Gervais* (815 mètres) à peu de distance de Chamonix; *Chamonix* et le village du *Prieuré* (1052 mètres) au pied du mont Blanc; *Saint-Cergues* (1046 mètres) sur un replat du Jura, non loin de la Dôle, endroit dont le séjour est recommandé aux phtisiques et aux asthmatiques; *Glion* (914 mètres) au-dessus de Territet, où l'on séjourne surtout au printemps et en automne; les bains de *Weissenbourg* (896 mètres) et de la *Lenk* (1073 mètres) où l'on traite les catarrhes chroniques des bronches et de l'intestin et où l'on respire un air doux et humide; *Heustrich*

(630 mètres) qui possède des eaux chlorurées sodiques appréciées; *Saint-Beatenberg* (1147) qui surplombe le lac de Thoune et possède un climat très doux malgré son altitude; les stations élevées du lac des Quatre-Cantons: *Seelisberg*, *Sonnenberg*, *Schœneck* (763 mètres) où l'on peut faire une cure d'air comprimé; *Axenstein* (692 mètres); *Engelberg* (1033 mètres), bonne station au pied du Titlis; le climat y est tonique et on y emploie beaucoup le petit-lait de chèvre; *Stackelberg* (664 mètres) où l'on trouve des eaux sulfureuses, etc.

Presque toutes ces stations exercent sur l'organisme une action plutôt sédative que tonique. Elles peuvent être conseillées aux malades qui ont besoin d'être préparés à la cure de haute altitude.

En dehors de la Suisse, on trouve encore un grand nombre de stations d'été dans les Alpes françaises, dans les Pyrénées, dans les Alpes bavaroises, tyroliennes et italiennes, dans les Apennins, dans les Carpathes, dans les montagnes d'Auvergne et du Dauphiné.

Panticosa.

Parmi ces stations, *Panticosa* (1779 mètres), située sur le versant espagnol des Pyrénées, est une des plus fréquentées par les phtisiques.

Indications de la montagne.

Bien que nous nous occupions exclusivement pour le moment des effets physiologiques des divers moyens thérapeutiques qui font l'objet de notre cours, je ne puis me dispenser de vous énoncer les indications et les contre-indications de l'emploi des stations de montagne et même de vous dire quelques mots de la cure de la phtisie par les stations d'altitude.

D'une manière générale, on ne doit songer à la cure de montagne et surtout à la cure de haute altitude que lorsqu'il s'agit de sujets encore assez jeunes et vigoureux, présentant une certaine résistance orga-

nique. Les états pathologiques où elle a été recommandée sont très nombreux ; ce sont les suivants : anémie, chlorose, catarrhe chronique du pharynx et des bronches, anémie paludéenne, pléthore abdominale avec tendance aux hémorroïdes, hypochondrie, névralgies rebelles, hystérie légère, polyurie nerveuse, asthme nerveux sans emphysème, sans lésions cardiaques, développement insuffisant du thorax, tendance à la phtisie et phtisie confirmée, dyspepsie et affaiblissement des enfants avec développement lent et difficile.

On considère comme des contre-indications à la cure d'altitude les affections organiques du cœur, l'athérome artériel, le catarrhe chronique des bronches, compliqué de dilatation et d'emphysème, l'épilepsie, le rhumatisme articulaire aigu, la faiblesse constitutionnelle lorsqu'elle est prononcée, les âges extrêmes de la vie.

J'ajoute, toutefois, que les stations montueuses moyennes peuvent convenir dans quelques-uns de ces états, alors que les hautes stations pourraient nuire. C'est ainsi que la simple faiblesse du cœur, l'anévrysme aortique permettent de recommander les endroits dont l'altitude est de 400 à 600 mètres.

La plus importante des applications de la cure de montagne est évidemment celle qui est relative au traitement de la phtisie pulmonaire. Elle paraît avoir pris naissance au Pérou, où depuis longtemps, d'après Smith, on transporte les phtisiques dans les montagnes des Andes.

En Europe, ce genre de cure a été inauguré, il y a une trentaine d'années par Brehmer à Göbersdorf (Silésie) où les malades passent l'été et l'automne. Depuis cette époque, les stations de haute montagne ont été plus spécialement recommandées et la cure est

devenue hibernale. On doit surtout cette modification dans l'application thérapeutique des stations de montagne à Küchenmeister et à Thomas.

Ces médecins ont établi que l'on doit prendre pour guide l'état général des malades et la marche suivie par la maladie. C'est à la phtisie torpide et aux malades relativement robustes que s'adresse exclusivement la vraie cure de montagne.

Les états pathologiques où elle peut rendre service sont les suivants : disposition à la phtisie héréditaire ou acquise, pneumonie chronique du sommet, infiltrations tuberculeuses de l'un des sommets, catarrhe chronique des bronches sans emphysème, exsudats pleurétiques non purulents, foyers caséeux multiples mais limités, cavernes de petite étendue, torpides, stationnaires, enrouement chronique, sans toux excitante trop vive, sueurs nocturnes profuses, lorsqu'elles sont liées à un des états précédents et à un état de faiblesse du tégument externe.

Au contraire, la forme éréthique de la phtisie, les états aigus avec fièvre, l'hérédité manifeste, la tuberculose intestinale, la phtisie laryngée, la phtisie consécutive au diabète doivent être considérés comme des contre-indications à l'emploi de cette cure.

Les succès obtenus jusqu'à présent peuvent être considérés comme assez encourageants.

Sur un total de 75 malades, ayant séjourné au total 1875 mois dans la montagne, Weber compte 18 guérisons durables, 28 améliorations, 14 succès douteux, 15 cas dans lesquels la maladie a continué à progresser.

La direction générale à donner au traitement des malades soumis à la cure de haute altitude n'a rien de

précis. Elle doit dépendre de la constitution du malade, de sa résistance propre, de sa capacité de réaction. Nous ne pourrons envisager ces différents points qu'au moment où nous aurons à nous occuper du traitement de la phtisie pulmonaire.

Il est d'autant plus difficile de se prononcer sur la valeur de cette cure qu'elle n'est, vous le voyez, applicable qu'aux malades placés dans des conditions favorables, chez lesquels précisément on pourrait peut-être obtenir de bons résultats à l'aide de toute autre intervention. Les hautes stations ne conviennent, en effet, qu'aux individus forts, résistants, capables de réagir avec une certaine vigueur.

Les malades tant soit peu affaiblis seront envoyés de préférence en été dans une station de moyenne altitude, couverts de forêts et, en hiver, dans un climat tempéré ou chaud.

Les *climats de plaine* qui viennent clore notre liste, ne comprennent que des stations hibernales. Climats de plaine.

On les a divisés en secs et humides. Les climats secs sont chauds ou froids.

Le type des *climats secs et chauds* est représenté par le désert africain. Il est caractérisé par la chaleur intense de l'atmosphère, la grande sécheresse de l'air pendant le jour, par l'abaissement notable de la température pendant la nuit. Le ciel y est serein, la pluie rare, la rosée fréquente et abondante. Secs et chauds.

Weber rapporte qu'un certain nombre de phtisiques, d'une énergie morale considérable, ont vécu pendant plusieurs années à peu près en plein désert. Ils couchaient sous la tente et se nourrissaient presque exclusivement du produit de leur chasse. Malgré l'existence de lésions pulmonaires avancées, ces malades se

trouvaient bien de ce genre de vie. Pratiquement, on se contente de recommander Le Caire, la Haute-Egypte et les voyages sur le Nil.

Le Caire.

Le Caire est le type des stations sèches et chaudes. La température moyenne annuelle y est de 22°. Pendant les six mois tempérés, d'octobre à mars, cette moyenne s'élève à 17°,6. On compte en janvier 13°,3; en février et en décembre, plus de 15°; en mars et en novembre, 18 à 19°; en octobre, 24°. Les nuits sont très fraîches.

Malgré la sécheresse du climat, la température de l'air étant très élevée, l'atmosphère renferme une grande quantité de vapeur d'eau (humidité absolue). C'est précisément l'inverse de ce qui a lieu dans la montagne.

La saison de cure part du milieu de novembre et se termine au milieu de mars. En avril, les malades y sont souvent incommodés par le vent du désert qui est difficile à supporter et même dangereux.

On attribue au climat du Caire une action à la fois tonique et stimulante. Il détermine assez souvent chez les nouveaux arrivés une grande excitation, parfois même une véritable excitabilité nerveuse. Ces effets, qui se calment au bout d'un certain temps, sont attribuables à la verticalité des rayons solaires et à la grande sécheresse de l'air. Dans de telles conditions, les vêtements, le logement, l'alimentation, le genre de vie doivent être l'objet de recommandations spéciales.

Le Caire ne peut guère convenir que dans certains cas de phtisie débutante. Les faits recueillis jusqu'à présent sont loin d'en établir nettement la valeur. On en obtient des résultats plus favorables dans le catarrhe chronique des bronches avec emphysème, dans le

rhumatisme chronique, la goutte, le diabète; on a également eu recours à cette station et aux analogues dans la néphrite chronique, dans les maladies du cœur, compliquées de catarrhe chronique, dans certaines formes de dyspepsie, dans les névralgies rebelles et dans l'épuisement par excès de travail.

Les climats secs et froids, rarement employés, peuvent être négligés.

Les principales stations représentant les *climats humides* sont Pau, Dax, Pise et Rome. Stations chaudes.

Pau (Basses-Pyrénées) est une des plus fréquentées. Située à 22 kilomètres des Pyrénées, à 120 kilomètres de l'Océan, la ville de Pau est à une altitude de 200 mètres. La température moyenne de l'année s'y élève à 13°,5; celle de novembre à avril est de 6°,5 à 7°,5. Pau.

Cette station est protégée par des montagnes avoisinantes; l'atmosphère y est le plus souvent tranquille, bien que parfois il y règne un vent intense. Les pluies y sont abondantes; on ne compte pas moins de 80 à 100 jours de pluie de novembre à avril. C'est là un des traits du climat. Le ciel y est souvent nuageux; mais le sol y est sec et la poussière y est rare.

Le climat de Pau est, en somme, sédatif sans être déprimant et il convient particulièrement dans les cas d'excitation et de prédisposition aux affections nerveuses et aussi lorsqu'il existe de l'irritabilité des muqueuses des voies aériennes avec toux sèche.

Les goutteux et les rhumatisants s'en trouvent bien. Au contraire, les malades disposés aux congestions cérébrales ou pulmonaires, aux fluxions hémorroïdales doivent éviter d'y séjourner.

Dax (Landes) est recherché pour ses eaux chaudes Dax.

(de 31 à 61°). Les malades y respirent un air humide et tempéré.

Pise. *Pise* (Toscane) jouit d'une réputation ancienne et méritée. Elle constitue une sorte de serre chaude où les malades peuvent s'abandonner à une vie douce et facile. La température moyenne annuelle y est de 15°,8 à peu près comme à Rome; de novembre à mars, de 8°,3. Les variations quotidiennes de température y sont modérées, l'humidité y est élevée; les pluies y sont abondantes, surtout en automne. On y séjourne du milieu de novembre au printemps et on doit y élire domicile du côté nord du Lung-Arno, qui est exposé au soleil pendant la plus grande partie du jour.

Beaucoup de malades vont se rafraîchir et se tonifier pendant l'été aux bains de Lucques.

Rome. *Rome* est une station assez médiocre. Elle offre certainement plus d'intérêt pour les touristes et pour les artistes que pour les malades. On ne peut d'ailleurs y séjourner avec quelque avantage que pendant les trois mois de printemps, ainsi qu'en octobre et une partie de novembre. Sa clientèle est composée de phtisiques, dont l'affection est encore au début, et de névropathes.

TRENTE-CINQUIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES

I. Notions générales : Définition, origine. — *Qualité des eaux minérales :* minéralisation ; qualités physiques : thermalité, onctuosité, état électrique ; des boues ou limons.

Messieurs,

Les malades fortunés ont l'habitude de se rendre, en été, dans une station d'eaux minérales. D'année en année la clientèle de ces stations tend à augmenter. Il faut y voir la conséquence des mœurs adoptées par les souffreteux des grandes villes plutôt qu'un besoin réel. Je ne veux pas dire par là que les eaux minérales soient d'une activité douteuse. Je vois, au contraire, dans la plupart d'entre elles, des agents puissants, mais il me semble bien que leur vogue toujours croissante n'est pas uniquement due à leur valeur thérapeutique.

Les individus atteints de maladies chroniques se soignent mal et irrégulièrement dans les villes, ce sont des semi-valides qui travaillent, se fatiguent, peinent comme les bien portants. Ils trouvent dans les stations un repos nécessaire ; débarrassés des occupations pressantes de la ville, ils s'y adonnent complètement à leur traitement. S'ils ont été envoyés dans une station convenablement choisie, parfaitement appropriée à leur

état de santé, le bénéfice qu'ils en pourront tirer sera souvent considérable. Dans le cas contraire, la cure thermale pourra être de nul effet, parfois même nuisible, car les eaux minérales sont des armes à deux tranchants. Il est donc de la plus haute importance pratique de les bien connaître.

L'usage des eaux minérales, des eaux thermales, est déjà fort ancien ; il était très répandu chez les Romains, qui ont couvert la Gaule de nombreux et remarquables établissements. Cependant, l'histoire médicale des eaux minérales est relativement moderne et nous pouvons dire très insuffisante sur la plupart des points. D'ailleurs, la chimie ne nous a donné que depuis un petit nombre d'années des renseignements d'une certaine valeur sur la constitution de ces médicaments naturels. Et encore beaucoup de ceux-ci sont-ils, à l'heure actuelle, des agents quasi mystérieux.

Caractères et origine des eaux minérales.

Les actions que peuvent produire les eaux minérales peuvent être rapportées à quatre facteurs : 1° à leur minéralisation ou plutôt à leurs qualités chimiques et physiques ; 2° à leur thermalité ; 3° à la manière dont elles sont utilisées, j'ajoute, en envisageant la cure dans son ensemble ; 4° aux conditions hygiéniques et adjuvantes (climatériques surtout) de la station.

Nous devons commencer notre étude par un examen rapide de ces facteurs.

Durand-Fardel appelle eaux minérales les eaux naturelles employées en thérapeutique en raison de leur composition chimique ou de leur température. Cette définition semble indiquer que quelques-unes d'entre elles n'ont que les propriétés de l'eau ordinaire, portée à une certaine température. Cela est possible, mais loin d'être admis par tous les auteurs. La plupart

d'entre eux veulent qu'une eau minérale, quelque nulle que soit sa constitution, exerce une action autre que celle qui pourrait être produite par de l'eau ordinaire potable.

Permettez-moi de négliger l'histoire, cependant intéressante mais encore obscure, de l'origine et du mode de formation des eaux minérales.

Le point d'*émergence* en est extrêmement variable : il peut se trouver dans les terrains anciens ou dans les terrains modernes ; dans les terrains de cristallisation ou de sédiments. Ces eaux sont répandues en grand nombre à la surface du globe, dans toutes les zones, dans tous les climats, dans toutes les contrées ; celles qui sont connues permettent de supposer qu'il en reste encore de bien plus nombreuses à découvrir dans les régions où la civilisation n'a pas encore pénétré.

Les eaux douées d'une haute température sont généralement voisines des volcans ; lorsqu'elles viennent prendre jour dans des terrains de transition, c'est toujours à côté des roches granitiques, d'origine primitive.

La *minéralisation* des eaux est, en général, en rapport avec la nature des milieux souterrains traversés. Certaines eaux, qui sont comptées parmi les minérales, s'en distinguent cependant par ce fait qu'elles se forment à ciel ouvert ; elles sont dites de *lixiviation*. Minéralisation.

A Cransac, par exemple, les eaux de pluie passent à travers un détritus houiller et pyriteux pour former des eaux fortement minéralisées. En Bohême, à Püllna, on a creusé dans le basalte des puits artificiels qui laissent l'eau s'amasser et se charger d'une forte proportion de principes médicamenteux.

La notion du gisement des sources ne donne pas toujours la clef de la minéralisation. Des terrains de même nature peuvent fournir des eaux sensiblement différentes. Le terrain a comme rôle de céder les bases; mais les acides dissolvants ont souvent une origine très éloignée.

Quelques eaux, dont l'importance pratique est parfois grande, sont moins minéralisées que l'eau potable; elles ont un poids spécifique à peine supérieur à celui de l'eau distillée.

D'autres résultent de décompositions ; ce sont celles que Fontan appelait eaux accidentelles. Les eaux sulfatées calciques ou sodiques, par exemple, qui se réduisent en traversant les couches du sol où sont amassées des matières organiques, deviennent des eaux sulfureuses.

Un des caractères importants des eaux minérales est représenté par la remarquable fixité de leur composition chimique. Il est vrai qu'on a pas de renseignements précis sur les altérations qu'elles ont pu éprouver pendant une longue suite d'années. On a toutefois analysé certaines sources assez souvent, et à des époques assez variables, pour pouvoir dire que les eaux minérales ne paraissent présenter que des fluctuations de composition insignifiantes au point de vue pratique.

Il importe de vous faire remarquer que la vraie composition de ces eaux nous est à peu près inconnue. Il y a deux manières d'en faire l'analyse. Lorsqu'on en retire les corps simples ou les composés simples, tels que les acides ou les bases, l'analyse est dite réelle. On réalise une analyse hypothétique lorsqu'on reconstitue les combinaisons, telles qu'elles sont supposées exister dans l'eau minérale. Sans aucun doute, c'est ce résul-

tat hypothétique qui offre pour nous le plus d'intérêt. L'analyse hypothétique peut ne pas être exacte ; seule, elle donne une idée de l'eau au point de vue thérapeutique et nous serons obligé de la prendre pour base principal de nos classements.

D'après l'*Annuaire des eaux de France*, qui remonte à 1853, les eaux minérales renferment un petit nombre d'acides et de bases se saturant, en général, réciproquement. Quand la saturation n'est pas complète, ce sont les acides qui restent en excès.

Nous signalerons les acides carbonique, sulfhydrique, sulfurique, chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, azotique, phosphorique, arsénique. Les trois premiers sont de beaucoup les plus communs et les plus importants. Comme bases, on trouve la soude, la potasse, la chaux, la magnésie, la lithine, les protoxydes de fer et de manganèse. La soude existe dans la plupart des eaux minérales, le plus souvent comme base prédominante ; au contraire, la potasse s'y rencontre rarement.

Les principaux gaz sont : l'acide carbonique, l'azote, l'hydrogène, l'acide sulfhydrique, les carbures d'hydrogène, l'ammoniaque, l'acide chlorhydrique. L'oxygène et une partie de l'azote sont probablement empruntés à l'atmosphère. Les autres ont une origine sur laquelle on a émis des opinions diverses.

Après l'état d'activité, les volcans passent à la phase solfatarienne, pendant laquelle ils émettent des gaz analogues à ceux des eaux minérales. Certains gaz proviennent donc probablement de l'action de la chaleur centrale. D'autres sont le résultat de décompositions chimiques plus ou moins complexes. On ne peut soutenir sur ce point une opinion exclusive.

Plusieurs gaz, en raison de leur constance, de leur abondance, et de l'action qu'ils exercent sur l'organisme, prennent une part évidente à l'action des eaux. De ce nombre sont : l'acide sulfhydrique, l'acide carbonique et probablement aussi l'azote qui a fixé récemment l'attention des hydrologues. La plupart des eaux gazeuses renferment à la fois de l'acide carbonique libre et combiné; quelques-unes d'entre elles ne sont que des dissolutions d'acide carbonique.

A ces principes, qui sont de beaucoup les plus répandus dans les eaux minérales, il convient d'ajouter ceux qui sont exceptionnels ou de moindre importance. Nous citerons l'arsenic, les acides salicylique, borique, fluorhydrique, l'alumine, la baryte, la strontiane, le cuivre, le nickel, le cobalt, le titane, le rubidium, le cæsium. Assez souvent aussi, on trouve dans les eaux minérales des matières organiques qui parfois jouent le rôle d'acides.

L'arsenic a été découvert par Tripier, en 1889, dans l'eau thermale de Hammam-Meskoutine (Algérie). Depuis on a trouvé de l'acide arsénique combiné avec des bases dans les eaux de la Bourboule, de Vichy, du Mont-Dore, etc. D'après Le Fort, l'arsenic des eaux proviendrait des minerais ferrugineux qui en contiennent à l'état de sulfure.

Les qualités physiques des eaux doivent évidemment exercer un rôle d'une certaine importance, car on sait, depuis longtemps, que beaucoup d'eaux faiblement minéralisées sont remarquablement actives.

Température. A cet égard nous devons nous occuper tout d'abord de la *température propre* des eaux. Cette température est très variable, de sorte que les eaux peuvent être distinguées en froides, tempérées, chaudes ou ther-

males. Mais qu'entend-on par eau thermale? Sur un point en apparence aussi simple, l'accord est loin d'être fait.

L'*Annuaire* veut qu'une source soit thermale quand sa température est sensiblement supérieure à la température moyenne annuelle de son point d'émergence.

Filhol a proposé d'appeler thermales toutes les eaux ayant une température constante. Enfin Durand-Fardel considère la température des eaux en médecin et apprécie la qualité thermique d'une eau d'après l'emploi qu'on en peut faire pour l'usage balnéaire. Pour lui, au-dessous de 20° les eaux sont froides, tièdes de 20° à 30°, chaudes de 31 à 35°, très chaudes de 36 à 45 degrés.

Ces expressions ne sont pas très exactes; il faudrait dire froides (au-dessous de 20°), fraîches (de 20 à 30°), tempérées (de 31 à 35°), chaudes et très chaudes (de 36 à 45°). Mais tout cela est arbitraire. Les médecins des stations où l'eau est employée surtout en boisson se placeront, avec tout autant de raison dans leurs appréciations, au point de vue de l'usage interne des eaux.

Ce qu'il importe surtout de faire remarquer, c'est la constance de la température de la plupart des eaux. Carrère, en 1754, a déterminé la température des sources des Pyrénées; quatre-vingt-dix ans plus tard Legrand a retrouvé les mêmes chiffres. Ce fait est général. Cela tient vraisemblablement à ce que les conditions qui règlent le degré thermique des eaux sont d'une grande fixité.

Une eau est d'autant plus chaude qu'elle provient d'une plus grande profondeur. Mais sur son parcours elle peut rencontrer des causes diverses de refroidis-

sement. Lorsqu'elle traverse uniquement des parties solides avec une vitesse qui est souvent remarquablement uniforme, elle se trouve dans les conditions les plus favorables au maintien de sa température. Mais quand elle rencontre sur son parcours des terrains poreux, des nappes d'eau ou des filets d'eau froide, on comprend qu'elle puisse avoir une température plus ou moins variable. En général la constance de la minéralisation et de la température marchent de pair.

Certaines eaux sont trop chaudes et ne peuvent être utilisées qu'après avoir été partiellement refroidies.

On y parvient, soit en les coupant avec de l'eau froide, soit, quand surtout elles sont faiblement minéralisées, en les faisant passer à travers des appareils de réfrigération.

Onctuosité. L'*onctuosité* est une qualité physique difficile à définir, mais se comprenant facilement. Elle est commune à un certain nombre d'eaux qui renferment des matières organiques et paraît devoir être rapportée, au moins en grande partie, à cette particularité. C'est en étudiant les eaux minérales sulfureuses au microscope qu'on découvrit la présence, dans certaines eaux, d'organismes particuliers. On avait déjà signalé dans ces eaux diverses algues, lorsque Fontan, en 1837, attira l'attention sur une algue filamenteuse, composée de filaments blancs très ténus, à laquelle il donna le nom de sulfuraire. D'après Lambron, qui a poursuivi l'étude des mêmes eaux, la sulfuraire de Fontan est une Confervacée qui habite uniquement les sources sulfureuses dont la température varie de 30 à 45°. En se décomposant cette conferve donne la barégine (de Longchamps) ou glairine (d'Anglada),

substance amorphe, riche en azote, et prenant naissance au contact de l'air lorsque la température n'excède pas 45° et ne descend pas au-dessous de 30°. Beaucoup d'eaux minérales renferment des conferves mieux caractérisées et plus stables. Dans certaines conditions, notamment lorsque les eaux séjournent dans des bassins d'alimentation, les matières organisées prennent un développement considérable.

Dans la sulfuraire et la barégine, Filhol a trouvé une certaine proportion d'iode. Le même corps paraît également exister dans les conferves de Néris, où il se développe, en outre, de nombreuses bulles de gaz.

États électriques.

Certaines eaux thermales, employées en raison de leur température, semblent douées de propriétés thérapeutiques absolument indépendantes de leur constitution propre. Les sceptiques prétendent que toute eau potable portée à la même température et employée de la même manière, dans les mêmes conditions, donnerait lieu aux mêmes effets et permettrait d'obtenir les mêmes résultats thérapeutiques. Cela n'est pas probable. Mieux inspirés ont été les médecins qui ont cherché à expliquer cette action mystérieuse de certaines eaux à l'aide de qualités physiques particulières.

La théorie des effets liés à l'état électrique a pris naissance avec les recherches de Scoutteten. Cet observateur a trouvé que chaque source étant reliée à la terre par un conducteur, on peut mettre en évidence l'existence d'un courant allant de la terre à l'eau, contrairement à ce qui se passe lorsqu'on relie la terre à une eau courante froide de rivière. On voit que s'il en est ainsi l'eau minérale serait à un potentiel négatif.

Ces études ont été poursuivies par un certain

nombre de médecins. Gigot-Suard et Armieux ont opéré avec des eaux sulfureuses. Ils ont trouvé à la surface de ces eaux une tension positive, dans la profondeur, une tension négative. Cette disposition serait intervertie pendant le bain. Mais les eaux sulfureuses sont trop altérables pour se prêter à une étude physique dans laquelle on doit se mettre à l'abri des causes d'erreur dues à des décompositions chimiques. Aussi ces auteurs arrivent-ils sagement à cette conclusion que les mouvements électriques qui se produisent dans les eaux qu'ils ont étudiées, sont dus à l'incessante modification du principe sulfuré. Lambron, qui a étudié à Luchon les courants qui se forment dans le bain et sous la douche, s'est également placé dans des conditions complexes qui ne pouvaient conduire qu'à des résultats variables et non démonstratifs. J'en dirai autant des recherches faites par Daudirac. Paul Bénard, à Luxeuil, a réalisé de meilleures conditions. Il a vérifié les faits annoncés par Scoutteten; mais il n'admet pas l'existence d'un rapport entre la réaction électrique et les propriétés thérapeutiques des eaux.

A l'étranger, A. Waltenhofen (de Gastein) a fait des recherches intéressantes en déterminant avec précision le coefficient de conductibilité de l'eau minérale, comparativement à celui de diverses eaux potables. Il a trouvé que les différentes sources de Gastein et notamment celles de la rive droite ont une conductibilité sensiblement plus élevée que celle des eaux potables.

Nous ne pouvons pas encore tirer de ces quelques données et de quelques autres analogues, que je puis avoir omises, une conclusion quelconque touchant la part que peuvent réclamer les phénomènes électriques dans

les actions physiologiques et thérapeutiques des eaux minérales. Contentons-nous de bien poser la question.

Certaines eaux de constitution chimique nulle ou indifférente paraissent être dans un état électrique particulier et par conséquent pouvoir exercer par cette qualité physique une action offrant peut-être de l'analogie avec celle qu'exerce un bain électrique, D'autre part, certaines eaux de constitution chimique altérable peuvent se trouver dans un état électrique susceptible de varier pendant le cours de leur emploi sous forme de bain ou de douche, et on peut encore voir dans cette particularité l'origine d'effets différents de ceux que peut produire une eau potable quelconque. Toutes ces questions méritent, à n'en pas douter, un examen plus approfondi.

La plupart des eaux minérales s'altèrent rapidement au contact de l'air. Elles laissent une partie des gaz se dégager et il en résulte un dépôt de sels plus ou moins abondant. Quand ces sels sont calcaires, les sources sont dites incrustantes, parce qu'elles ne tardent pas à recouvrir d'une couche calcaire épaisse tous les objets qu'on y plonge. Citons parmi ces sources Tivoli, Saint-Allyre, Saint-Nectaire.

Dans certains cas, ces dépôts sont formés de silice et de fer hydraté. Il est rare qu'on utilise les précipitations dues à cette décomposition à l'air.

Les *boues* ou *limons* offrent, au contraire, un intérêt thérapeutique indéniable. On en distingue deux variétés : le limon minéral, le limon végétal. Boues.

Le limon minéral se forme de deux manières. Tantôt un terrain marécageux ou tourbeux est traversé par un courant d'eau minérale ou thermale; tantôt, comme à Dax, un dépôt limoneux, fluviatile, se trouve

minéralisé par des griffons d'eau minérale chaude.

Le limon végétal n'est autre que les dépôts provenant des conferves que nous avons mentionnées ou de leurs produits de décomposition, imprégnés d'eau minérale. On en trouve à Néris, Bourbon-Lancy, Bourbonne, Bagnères-de-Luchon, etc.

TRENTE-SIXIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE)

II. Effets physiologiques. — *Traitement externe :* bains hydro-minéraux; bains de boues minérales.

Messieurs,

La pratique des eaux minérales est uniquement fondée sur l'empirisme, et pendant longtemps encore l'observation clinique, le résultat thérapeutique obtenu, seront nos meilleurs guides dans l'emploi de ces puissants moyens.

Cependant, quelque complexe que soit le traitement représenté par les divers facteurs d'une cure, on a cherché à s'éclairer sur le rôle respectif de chacun de ces facteurs. Dans ce but on a poursuivi, particulièrement dans ces dernières années, l'étude de leurs effets physiologiques avec l'espoir d'arriver à rendre plus rationnel et plus scientifique l'emploi des eaux minérales.

Si ces efforts n'ont pas encore été couronnés d'un plein succès, nous pouvons dire, cependant, que la question a fait des progrès récents et qu'actuellement nous sommes en possession de documents d'une réelle valeur. L'exposé de cette partie physiologique de notre sujet doit précéder l'étude pharmacothérapique des eaux.

Nous diviserons la cure thermale en traitement

externe et traitement interne. Bien que les malades soient le plus souvent soumis à ces deux modes de cure, cette distinction est indispensable. Elle a le défaut de ne pas comprendre certains procédés mixtes.

Effets des bains.

Le plus typique des moyens externes est le bain. Il joue un rôle très considérable dans un grand nombre de stations et il est incontestable qu'il est susceptible de produire à lui seul des effets thérapeutiques des plus notables. On s'est demandé si ces effets diffèrent réellement de ceux qu'on pourrait obtenir avec une eau potable quelconque et à quels facteurs ils doivent être rapportés.

Les différences dans les effets thérapeutiques obtenus d'une station à une autre, parmi celles où la balnéation constitue le moyen principal de la cure, démontrent jusqu'à la plus complète évidence que les bains minéro-thermaux exercent une action propre. Mais remarquez que cette action est obtenue chez des malades, qu'elle est de l'ordre des effets pharmacothérapiques, tandis que nous voulons nous inquiéter tout d'abord des effets physiologiques.

Sur ce terrain tout autre, on a pu mettre en doute l'existence d'une différence sensible entre les bains minéralisés et les bains simples et dire, avec Leichtenstern que, malgré de très nombreuses recherches, touchant la spécialité d'action des bains hydro-minéraux, les résultats acquis sont à peu près négatifs. Il n'en faudrait pas conclure à la légère que les médecins de stations se font des illusions sur les propriétés particulières de leurs eaux. Les effets physiologiques des bains ne peuvent être étudiés que sur des sujets sains, bien moins impressionnables que les malades et ne réagissant pas d'une manière très sensible aux

facteurs qui peuvent intervenir. D'autre part, le problème est d'une étude délicate, et c'est seulement dans ces dernières années, et même dans un nombre très restreint de travaux, qu'il a été abordé avec les précautions nécessaires pour rendre valables les résultats obtenus. Bien peu d'auteurs ont fait des recherches comparatives sur les mêmes personnes maintenues pendant le cours des expériences dans des conditions aussi invariables que possible. Or, ces précautions sont indispensables lorsqu'on veut mettre en lumière des différences relativement faibles.

Vous vous souvenez que les bains d'eau douce, même à la température dite indifférente de 33 à 34°, exercent une influence sur les grandes fonctions et sur les échanges, voire même, quoique faiblement, sur la température. Aussi a-t-on pu dire que les bains d'eau minéralisée n'agissent pas autrement et que les différences notées par divers observateurs entre leurs effets et ceux des bains ordinaires sont à peu près négligeables.

Cependant, dans toute une série de travaux, on a relevé des faits qui ne manquent pas d'une certaine importance. Je vais les énoncer dès maintenant, bien que nous ayons plus tard à y revenir avec détail à propos des effets produits par les diverses espèces d'eaux minérales.

Les expériences de Röhrig et Zuntz, celles de Beneke ont établi que les bains salés déterminent une excitation cutanée et modifient le mouvement nutritif. Keller a repris récemment la question : en comparant l'action des bains salés à celle des bains ordinaires, il a noté des différences sensibles. Gauly, tout en arrivant à des résultats qui s'écartent notablement de ceux de Keller,

a fourni de son côté des documents en faveur de l'action propre des bains salés.

Ces études, faites au point de vue des modifications que les bains font éprouver au mouvement nutritif, ont pour complément les recherches de Groedel, qui tendent à faire voir que l'excitabilité électrique, tant galvanique que faradique, n'est pas modifiée de la même manière par les bains salés que par les bains simples.

Les bains ferrugineux posséderaient, d'après Flechsig, des propriétés spéciales. De même, si l'on s'en rapporte aux travaux de Jacob et de Stiller, les bains renfermant de l'acide carbonique détermineraient des effets notablement différents de ceux des bains simples.

Il importe de remarquer que les bains minéralisés par des principes solides ou par des gaz ne sont pas les seuls auxquels on attribue des actions particulières. Certains bains donnés avec une eau à peine minéralisée sont doués de propriétés très actives. Ainsi à Néris, avec une eau ne contenant que 1^{gr},1445 de principes fixes par litre, on observe, comme l'a bien montré de Ranse, des phénomènes d'excitation parfois très intenses.

Il faut dire toutefois que les recherches de de Ranse concernent des malades névropathes.

Quoi qu'il en soit, il y a lieu d'examiner à quels facteurs on doit rattacher les effets des eaux minérales.

Et tout d'abord, les principes minéraux ou gazeux en dissolution dans les eaux sont-ils susceptibles d'être absorbés et d'exercer leurs effets thérapeutiques?

Vous savez que les travaux, sur ce point, sont loin de faire défaut. Un grand nombre d'expérimentateurs, Braun, Poulet, Rabuteau, Roussin, Parisot, Valen-

tiner, Passaboc, Keller, etc., sont arrivés à des résultats négatifs. Quelques-uns ont obtenu, au contraire, des résultats positifs. Delore, Duriau, Homolle, Hofmann, Villemin, Wolkenstein, Stabel ont fourni des preuves du passage à travers la peau de quelques substances actives, notamment de la digitale et de l'iodure de potassium ; mais la dose de médicament absorbé a toujours été très minime. Les prétendus résultats positifs obtenus pour le chlorure de sodium se rapportent sans doute à une augmentation d'excrétion sous l'influence du bain. Il est donc très probable qu'il n'y a pas d'absorption médicamenteuse dans le bain et, en tout cas, il est certain que cette absorption n'est pas capable d'expliquer les effets du bain.

Si les corps en dissolution dans l'eau ne pénètrent pas jusque dans le sang, il est établi qu'ils imbibent avec l'eau les couches superficielles de l'épiderme.

Ce travail d'imbibition est favorisé par la chaleur, par la disparition de l'enduit sébacé de la peau ; il est, par suite, plus prononcé à la plante des pieds et à la paume des mains où il n'existe pas de glandes sébacées.

Cette imbibition ne suppose pas forcément l'absorption. Des frictions énergiques, faites pendant le bain, peuvent faire pénétrer de l'eau dans les conduits glandulaires (sébacés ou sudoripares), dans les gaines des poils éraillées sans que, dans les conditions ordinaires, on puisse relever des preuves sensibles de l'absorption médicamenteuse. D'après Aubert et Schott, les corps dissous dans l'eau pourraient même, sans être absorbés, arriver jusqu'au contact des nerfs qui s'avancent dans l'épiderme plus près de la surface que les vaisseaux.

Il est donc peut-être possible d'invoquer une action

spéciale et directe sur les extrémités des nerfs cutanés.

L'absorption des gaz dissous ou qui peuvent se produire à l'état libre pendant la durée du bain, celle des substances volatiles sont moins douteuses. L'hydrogène sulfuré, l'iode, l'acide carbonique peuvent ainsi passer jusque dans la circulation. Cette pénétration médicamenteuse reste néanmoins limitée à cause de la tension élevée des gaz de la lymphe et du sang. Une partie des gaz se dégage à la surface du bain et peut, par un mélange avec l'air respiré par le malade, être une source d'absorption.

En définitive, le bain ne peut introduire dans l'organisme que des traces de principes actifs. L'absorption médicamenteuse n'en explique pas les effets.

Force nous est donc d'invoquer uniquement une action de contact susceptible de retentir par voie nerveuse sur l'organisme.

Leichtenstern fait remarquer que l'excitation produite par les bains minéro-thermaux ne paraît pas capable de retentir à distance par l'intermédiaire des nerfs vaso-moteurs ou des nerfs vagues, et qu'en conséquence ces bains agissent de la même manière que tous les autres procédés balnéothérapiques.

On tend aujourd'hui à être moins sceptique et à admettre une action excitante propre, sans laquelle les effets des bains resteraient absolument mystérieux.

A l'appui de cette manière de voir on peut citer les recherches de Jacob, qui a observé dans les bains d'eau chargée d'acide carbonique une action cardiaque différente de celle qu'on obtient avec l'eau douce.

Cette action locale, qui est facilitée par l'imbibition de l'épiderme, peut résulter aussi bien des qualités physiques des eaux que de leur constitution chimique.

Les uns ont invoqué les phénomènes électriques dont il vient d'être question; d'autres sont allés jusqu'à rapprocher les effets des bains, minéralisés par des combinaisons métalliques, des phénomènes produits par l'application des métaux à la surface de la peau. En réalité le système nerveux peut être impressionné par divers facteurs.

La thermalité ne constitue pas une qualité spéciale, mais dans certaines stations où l'eau est courante, sans cesse renouvelée, la grande constance de la température et peut-être aussi le renouvellement incessant du milieu doivent avoir une certaine importance. Les qualités propres de l'eau, au point de vue de l'impression tactile, jouent un rôle évident. Il faut tenir compte de la douceur de l'eau, de son onctuosité ou, au contraire, de sa crudité, de son action irritante résultant de la présence de sels, de l'effet particulier déterminé par le dégagement, dans certaines stations, de bulles de gaz au contact de la peau.

Il faut ajouter que la répétition des bains qui constitue la cure amène une sorte de summation d'effets minimes, capables de se traduire, au bout d'un certain temps, par une action très marquée.

Quoi qu'il en soit, dans nombre de stations, la balnéation seule suffit à produire le léger état pathologique, désigné sous le nom de fièvre thermale ou de poussée thermale, et qui consiste en une excitation générale avec malaise, accélération du pouls et parfois, mais plus rarement, élévation modérée et passagère de la température, ou bien encore en une éruption cutanée qui n'est chez certains malades que l'exacerbation d'une manifestation chronique, ancienne.

Cette excitation thermale se montre vers le dou-

zième bain et, en général, lorsqu'elle est franche et vive, elle est d'un pronostic favorable.

Effets des bains de boues.

Certaines pratiques externes appartiennent en propre aux cures minérales; de ce nombre sont les bains et applications topiques de boues minérales et végétales.

En France, les bains de boues minérales comptent trois stations : Barbotan (Gers), Saint-Amand (Nord), Dax (Landes). Les pratiques usitées dans ces stations ont pour seul trait commun l'immersion du corps pendant un temps variable dans un dépôt d'humus minéralisé naturellement ou artificiellement et maintenu à une temperature plus ou moins élevée.

A Barbotan, les piscines sont parcourues par de l'eau ferrugineuse bicarbonatée. Cette eau vient détremper une masse de limon noirâtre dans un terrain tourbeux. Cette masse présente une température. au fond de 36°, à la surface de 26° seulement. Vingt personnes se baignent à la fois dans les piscines. La substance sablonneuse des boues, abstraction faite de l'eau minérale, renferme de l'alumine, de la silice, de la magnésie, du sulfate de chaux et des oxydes terreux.

Les sources sulfatées calciques de Saint-Amand jaillissent du terrain tertiaire. Elles viennent, en imbibant le sol, former un bourbier qui présente une superposition de trois lits. Le superficiel est formé par une terre noire, semblable à de la tourbe, le second est une marne argileuse, le troisième un sable mouvant. L'eau pénètre dans le sable par de petits filets et, en arrivant jusqu'aux couches superficielles, elle maintient ces terrains détrempés à la température de 26 degrés.

Comme cette température est faible, on l'élève en arrosant le sol d'eau chauffée ou à l'aide d'un serpentinage.

Ce limon répand une odeur désagréable d'œuf pourri et de marécage ; il laisse échapper de l'acide carbonique et une très petite quantité d'hydrogène sulfuré. Sa composition est celle du sol et de l'eau minérale.

Il forme un vaste bassin qui est divisé en loges par séries de quatre. On commence par prendre une douche tiède, puis on prend un bain de boue local ou général dont la durée varie de une à six heures ; elle est en moyenne de quatre à cinq heures. Après le bain de boue, on prend un bain simple pour se nettoyer ou bien on se soumet à un nettoyage dans un lavoir spécial. Les mêmes boues servent à faire des applications localisées.

Nous trouvons à Dax un autre genre de boue. Un dépôt limoneux, fluviatile, formé depuis des siècles par les débordements fréquents de l'Adour, est traversé par les griffons des sources. L'eau thermale abandonne au limon des sédiments, des matières organiques, des conferves et autres petits organismes. Ces végétaux prospèrent rapidement et forment ainsi une boue mixte, à la fois végétale et minérale qui est constamment pénétrée par de l'eau à 60 degrés.

On a installé sur ce terrain détrempé des piscines bien aménagées et tous les appareils permettant l'emploi des bains et des douches. A Dax, comme à Saint-Amand, les boues sont employées en applications générales ou partielles.

Barthe de Sandfort a imaginé récemment des appareils qui permettent de transporter les boues de Dax et de les réchauffer sans leur faire perdre leurs propriétés ; on peut ainsi les utiliser en tout lieu et en tout temps.

Dans quelques autres stations françaises, Balaruc, Bourbonne, on recueille les dépôts vaseux qui se produisent dans les bassins où séjournent les eaux et on s'en sert pour faire des applications locales.

A l'étranger, où ces sortes d'applications sont également utilisées (*Schlammbäder* des Allemands) on emploie, en outre, des bains de boue obtenus d'une manière artificielle. A Franzensbad, par exemple, on manipule du terreau de manière à le rendre très fin et on le mélange avec de l'eau minérale.

On obtient ainsi un limon qui sert à administrer des bains généraux, des demi-bains, des bains partiels (*Moorbäder*). En Hongrie, le lac renommé de Balaton-Füred procure une boue grisâtre renfermant de nombreux cristaux de silicate de chaux et servant à frictionner la surface cutanée.

Les effets physiologiques déterminés par ces diverses pratiques ne sont pas encore bien précisés.

Les boues minérales ou minéro-végétales employées sous une forme massive, compacte, paraissent agir par la pression qu'elles exercent sur le corps et par le refoulement du sang de la périphérie au centre. Cette action a pour résultat de gêner l'établissement d'un équilibre thermique entre le corps et la boue, de telle sorte que le sang ne se refroidit pas lorsque celle-ci est à une température inférieure à celle du corps ; Jacob a même observé, dans ces conditions, une tendance à l'élévation de la température centrale, attribuable sans doute à une rétention du calorique.

Pour les mêmes motifs, quand la boue est à une température supérieure à celle du corps, elle est plus facilement tolérée que de l'eau à la même température, bien que sa capacité calorifique soit plus élevée que

celle de l'eau. D'après Fellner les sels prendraient part aux effets des boues.

Quand la température de la boue est égale ou inférieure à celle de la peau, on observe un ralentissement du pouls et des respirations ; d'autre part, la perspiration cutanée augmente, ainsi que l'excrétion de l'urée. Les applications de boue, même lorsqu'elles sont générales, peuvent être beaucoup plus prolongées que les bains ; elles ont l'avantage de ne produire ni relâchement de la peau, ni sudation.

En général, sauf à Barbotan, où l'on obtient un effet sédatif chez les rhumatisants, les boues peuvent agir thérapeutiquement en déterminant une vive excitation de la peau et par suite un effet révulsif. C'est ainsi que les pratiques de Dax et de Saint-Amand amènent des effets résolutifs.

L'effet excitant est très intense à Franzensbad où les applications de boue sont suivies d'une rougeur vive et persistante de la peau. Il en est de même dans la plupart des stations étrangères, notamment à Balaton-Füred, dont les boues silicatées, produisent des érythèmes et parfois même, dit-on, des érysipèles.

Dans quelques stations, une partie de l'effet thérapeutique est peut-être dû à la respiration d'un air chargé de vapeur et de soufre. Cette particularité acquiert de l'importance à Saint-Amand, où les malades restent pendant des heures dans l'atmosphère des piscines.

Les applications topiques faites avec les conferves qui se développent dans les bassins d'eaux minérales constituent encore une pratique spéciale.

A Néris, à Bourbon-Lancy, à Valdieri (Italie), les

conferves servent surtout à pratiquer des frictions qui parfois sont combinées avec le massage. Souvent ces amas de végétaux renferment, comme à Néris, des cristaux insolubles de carbonate de chaux qui augmentent notablement l'effet excitant des frictions.

TRENTE-SEPTIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE)

Traitement externe (suite) : douches. — *Traitement d'un caractère mixte :* inhalations, emploi thérapeutique des gaz : acide sulfhydrique, acide carbonique, azote.

Messieurs,

De même que le bain, la douche hydro-minérale représente un moyen capable de déterminer des effets particuliers tout aussi difficiles à expliquer que ceux des bains. Le mode d'application, la répétition plus ou moins fréquente de la douche, prennent une part évidente à l'action obtenue ; mais ces facteurs sont communs aux autres procédés hydrothérapiques. Effets des douches.

Dans certaines localités, les endroits où l'on administre les douches se remplissent de vapeurs et de gaz qui sont absorbés en certaines proportions par les voies respiratoires.

Il est permis, dans ce cas, d'invoquer un effet médicamenteux. A Bagnères-de-Luchon, Filhol a reconnu, dans l'air des salles de douches, du soufre en nature, de l'hydrogène sulfuré et de l'azote. Il a calculé qu'un homme séjournant pendant un quart d'heure dans ces salles fait passer dans ses poumons 82 litres d'air renfermant $1^{cc},40$ d'acide sulfhydrique.

A Barèges, l'air des douches et des piscines se distingue par une diminution dans la proportion d'oxy-

gène de 3 p. 100. Dans d'autres stations, les malades respirent de l'acide carbonique. Parfois il se forme un dépôt de fines particules sulfureuses à la surface de la peau. Ces diverses particularités peuvent être en rapport avec la variabilité des effets obtenus à l'aide de procédés en apparence semblables. Lorsque les douches sont appliquées sur les muqueuses, telles que le vagin, le rectum, la conjonctive, la muqueuse pharyngienne, l'absorption des principes médicamenteux vient ici indubitablement ajouter ses effets à l'action topique des eaux.

L'absorption médicamenteuse joue un rôle bien plus important encore dans les bains d'étuve et dans les salles d'inhalation.

Inhalation.

L'*inhalation* est devenue, dans ces dernières années, un des procédés les plus intéressants parmi ceux qui sont utilisés dans certaines stations. Il ressortit plutôt au traitement interne qu'à l'externe. En tout cas, il met en œuvre des facteurs multiples : la vapeur d'eau, le calorique, les modifications de l'atmosphère respirée, soit par altération dans la proportion des gaz normaux, soit par addition de gaz étrangers, ou bien encore par suspension dans l'air de particules salines ou de matières organiques qui peuvent pénétrer avec lui dans les poumons.

Il y a longtemps qu'en Allemagne on a imaginé d'aspirer les gaz et les vapeurs se dégageant des eaux sulfureuses ; que, d'autre part, pour ce qui est de la cure saline, on a utilisé l'atmosphère des bâtiments de graduation et celle des chaudières d'évaporation. En France, les premières salles d'inhalation furent installées il y a environ soixante ans, par Bertrand, au Mont-Dore.

L'idée lui en fut suggérée par un malade rhuma-

tisant, atteint d'asthme, qui attribua sa guérison à l'action des vapeurs dégagées par les sources.

Les salles de vapeur devinrent la spécialité du Mont-Dore et contribuèrent largement à établir la réputation de cette intéressante station. Dans des pièces relativement peu vastes, on fait pénétrer de la vapeur forcée, obtenue avec l'eau minérale et les malades séjournent un temps variant d'une demi-heure à une heure et demie dans une atmosphère remplie de ces vapeurs.

La température des salles est maintenue entre 28 et 32°. Thénard et Lefort ont trouvé dans la vapeur forcée du Mont-Dore des matières salines et, entre autres, un sel arsénical. Récemment Nicolas a fait remarquer que dans l'atmosphère des chambres d'inhalation la proportion d'acide carbonique est soixante fois plus élevée que dans l'air.

La présence de particules minérales dans les vapeurs dégagées par les sources est assez fréquente. Il y aurait, d'après Henry et Letellier, des traces de matières salines et des matières organiques dans l'eau de condensation des étuves de Plombières. Petit a observé des faits analogues à Vichy.

A Royat, Nivet a constaté dans les salles d'inhalation de l'acide carbonique, de la soude, de l'acide sulfurique, des matières organiques. Dans cette station les salles sont disposées à la façon des étuves humides, c'est-à-dire en amphithéâtre à gradins. La vapeur arrive à leur partie inférieure avec une température de 75 à 80 degrés.

A La Bourboule on a cherché à utiliser l'eau minérale elle-même et on a essayé tous les systèmes propres à donner une atmosphère d'eau poudroyée. On

pulvérise également l'eau minérale chlorurée sodique dans les salles d'inhalation d'Ischl.

Dans quelques stations, l'atmosphère inhalée est fournie par les vapeurs qui s'échappent spontanément des eaux, c'est-à-dire par l'évaporation se faisant à la température naturelle des eaux.

L'atmosphère respirée renferme, dans ces cas, des gaz devenus libres au moment où les sources arrivent au contact de l'air ou bien des gaz provenant soit de la décomposition s'opérant en présence de l'air, soit d'actions réciproques des éléments composants. On peut également trouver dans les émanations de cette nature, mais plus rarement, une petite quantité de principes fixes et de produits organiques.

Inhalation de l'air des salines.

L'utilisation des salines se fait d'une manière toute différente.

Les eaux plus ou moins riches en chlorure de sodium et qu'il s'agit de concentrer sont amenées, à l'aide de machines hydrauliques, à la partie supérieure d'appareils formés de fascines superposées avec ordre. Ce sont les appareils de graduation (*Gradirwerke*). Les eaux pénètrent dans des canaux qui circulent de tous côtés, mais qui, percés d'échancrures latérales, les laissent échapper et tomber sur les fagots. Elles filtrent ainsi, notamment à travers les rameaux et les ramilles. Au fur et à mesure qu'elles descendent, elles se divisent en gouttelettes que le vent fouette et volatilise. Pendant que se produit ainsi l'évaporation et la concentration de l'eau salée, l'air s'imprègne de certains principes et sa constitution chimique se modifie. En ménageant des promenoirs le long de ces appareils, on permet à de nombreux malades de venir respirer, pendant un temps plus ou moins long, l'air des salines.

Cet air se distingue par sa fraîcheur, par sa densité plus élevée, par sa plus grande richesse en oxygène et peut-être en ozone. Il est plus ou moins saturé de vapeurs d'eau et renferme une quantité assez notable de chlorure de sodium, des traces d'iode et de brome ; on y a signalé également une diminution dans la proportion normale d'acide carbonique.

L'air des salines produit un effet sédatif qui se traduit par un ralentissement du pouls, une diminution dans la fréquence des mouvements respiratoires, qui deviennent en même temps plus amples.

Dans certaines villes on a disposé, dans des salles spéciales, une ou plusieurs fontaines qui modifient l'air à la façon des appareils de graduation, ou bien encore, comme à Ischl, on respire la vapeur, qui s'échappe des chaudières d'évaporation dans lesquelles on concentre les eaux salées. Ces procédés sont spéciaux à certaines villes d'eaux de l'Allemagne et de l'Autriche.

Les eaux sulfurées laissent dégager une notable quantité d'acide sulfhydrique. C'est à Amélie-les-Bains et au Vernet, qu'on a inauguré, en 1845, les salles d'inhalation sulfureuse. Les malades, restent dans des salles plus ou moins ventilées pendant plusieurs heures sans y éprouver de malaise ; la température n'y dépasse pas d'ailleurs 18 à 20° (le Vernet). Il se produit à peine un peu de moiteur, la respiration se fait facilement et la circulation tend à se ralentir. Inhalations sulfureuses.

Les sulfurées froides servent également à la pratique des inhalations. A Allevard, l'eau minérale laisse dégager des gaz dont la composition pour un litre est la suivante :

	c.c.
Hydrogène sulfuré	24,75
Acide carbonique	97,00
Azote	41,00

Pour faciliter l'issue de ces gaz et leur mélange avec l'atmosphère des salles d'inhalation, l'eau minérale est débitée au centre d'une pièce, par un jet d'eau à vasques superposées. L'eau en retombant d'une vasque dans l'autre se dépouille de ses gaz.

En l'absence de vapeurs minérales dans l'atmosphère des salles, les malades n'ont pas besoin de se dépouiller de leurs vêtements pour se soumettre à l'inhalation. Ils peuvent rester pendant plusieurs heures dans l'atmosphère sulfurée sans éprouver d'autre incommodité qu'un peu de céphalalgie se dissipant rapidement à l'air pur. L'inhalation d'Allevard exercerait, d'après Niepce, une action vraiment sédative.

On a imité à Marlioz (près d'Aix-les-Bains) la pratique d'Allevard.

A Saint-Honoré, un appareil ingénieux, dû à Collin, laisse se répandre dans l'air l'hydrogène sulfuré se dégageant des jets d'eau minérale. Ici encore l'effet produit est sédatif, mais au début seulement. Plus tard il survient une excitation fonctionnelle assez vive.

A propos des inhalations sulfurées, je signalerai aussi l'emploi, dans certaines stations, des bains d'hydrogène sulfuré. Ceux-ci s'administrent dans des appareils à bain de vapeur où le gaz est amené, mélangé à de la vapeur d'eau et à de l'acide carbonique, tel qu'il se dégage des eaux sulfureuses naturelles. On attribue à ces bains un effet calmant sur le système nerveux et sur la circulation.

Emploi de l'acide carbonique.

Le gaz dont les applications sont les plus variées est sans contredit l'acide carbonique, que l'on utilise en bains, en douches et en inhalations. L'idée d'employer, dans un but curatif, l'acide carbonique, que laissent dégager un grand nombre de sources est d'origine

française. Elle a été mise à exécution à Saint-Alban, en 1834, par Goin, qui fit connaître les divers modes d'application de l'acide carbonique ainsi que l'outillage nécessaire à leur mise en œuvre. Depuis, l'emploi thérapeutique de l'acide carbonique a été surtout préconisé en Allemagne où il s'est répandu dans de nombreuses stations, notamment à Marienbad, Carlsbad, Meinberg, Cronthal, Eger-Franzensbad, Canstatt, Kissingen, Nauheim. En France, on peut citer, outre Saint-Alban, Celles, Saint-Nectaire, Vichy et Royat.

Le gaz émergeant des sources et des fissures du sol est employé pur ou mélangé, en proportions variables, avec de l'air atmosphérique, de l'acide sulfhydrique. Tantôt il est à l'état sec, tantôt mélangé avec les vapeurs émanées des eaux minérales. Il est intéressant de passer rapidement en revue ses divers modes d'emploi.

Les bains généraux sont administrés dans des piscines ou dans des baignoires spéciales, couvertes de diverses manières. La tête est maintenue hors du gaz et l'atmosphère de la pièce est soumise à un renouvellement actif. Dans certaines stations on emploie des caisses analogues à celles qui servent à faire prendre les bains de vapeur. Ordinairement les malades restent légèrement vêtus; ils se couvrent d'un vêtement plus chaud à la sortie du bain. La durée de celui-ci est de dix à vingt minutes.

Les bains locaux se donnent à l'aide des appareils qui servent habituellement à l'administration des bains partiels.

Pour les douches et les injections dans les cavités, le gaz est conduit dans des tuyaux de caoutchouc terminés par des ajutages spéciaux. Le débit du gaz est

réglé à l'aide d'un robinet. L'ajutage destiné à la douche utérine et vaginale est mis en rapport avec un spéculum fenêtré qui traverse un bourrelet en caoutchouc souple, rempli d'air et disposé de manière à empêcher la sortie du gaz.

Des appareils particuliers permettent également de diriger des douches sur les yeux, dans les oreilles, dans les fosses nasales.

L'inhalation ne peut se faire que sous forme d'un mélange avec l'air atmosphérique, dans lequel la proportion de l'acide carbonique ne doit pas être supérieure à 5 ou 8 p. 100. Cette pratique exige, par suite, l'emploi de divers appareils qui ont été décrits par Herpin.

Un procédé grossier, sans précision, consiste à aspirer, à l'aide d'un tube en métal ou en caoutchouc, le gaz recueilli dans des gazomètres ou émanant directement des sources, en même temps qu'on respire de l'air pur par le nez. D'autres fois, on injecte le gaz dans la bouche ouverte où il se mélange avec l'air inspiré. Ces manières d'opérer amènent de la fatigue et ne permettent pas de dosage.

Dans les localités où les inhalations d'acide carbonique sont convenablement installées, elles ont lieu dans des pièces bien clôturées où le gaz est conduit au plafond par des tuyaux aboutissant à une couronne métallique percée de petits trous qui laissent le gaz diffuser dans l'atmosphère. Des robinets et des soupapes permettent d'effectuer le dosage. Souvent un jet d'eau ou un dégagement de vapeur rendent humide l'air de la chambre d'inhalation. Tout est disposé de manière à empêcher l'acide carbonique de dépasser la proportion précédemment indiquée. Les séances

doivent être courtes et atteindre progressivement une durée de dix, quinze, vingt minutes au plus.

Les propriétés physiologiques de l'acide carbonique sont très accentuées. Un jet d'acide carbonique projeté sur la peau détermine un refroidissement local, une sensation de chaleur et plus tard une anesthésie presque absolue.

Il se développe des manifestations analogues et, de plus, de la sudation, lorsque le corps séjourne dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, la respiration se faisant à l'air libre. Ces bains ne paraissent pas, d'après Paalzow et Pflüger, produire une augmentation dans les échanges nutritifs. La peau pouvant absorber de l'acide carbonique, ainsi que Röhrig l'a démontré, il ne faudrait pas croire que la pratique des bains d'acide carbonique est complètement dépourvue de dangers. Elle doit être surveillée. Röhrig a, en effet, déterminé la mort d'animaux plongés dans l'acide carbonique, bien qu'il les laissât respirer à l'air libre. Dans les stations où l'on administre des bains d'acide carbonique, on observe chez les malades les principaux phénomènes suivants :

Après la sensation de picotement à la peau et parfois de prurit à l'anus, il survient de la chaleur, puis des sueurs copieuses ; le malade éprouve encore des envies d'uriner, de l'éréthisme génital et il présente de l'accélération du pouls.

Bien que dans le mélange aérien des piscines ou des baignoires, la proportion d'acide carbonique ne dépasse pas 15 à 30 p. 100, le bain produit une stimulation générale de l'économie et, lorsqu'il est trop prolongé, il suscite, soit de l'agitation et une sorte de

surexcitation, soit de la fatigue et de la prostration.

Les inhalations sont encore plus dangereuses. L'acide carbonique est, en effet, un gaz très toxique. Il suffit qu'il y en ait 1 p. 100 dans l'atmosphère pour qu'il survienne des troubles sensibles. Quand cette proportion est plus élevée et que la respiration dans une atmosphère ainsi adultérée s'accomplit pendant un temps prolongé, le sang se surcharge d'acide carbonique. On voit alors apparaître, après une phase d'excitation, des phénomènes paralytiques et asphyxiques.

Les inhalations doivent donc être surveillées par le médecin avec un soin extrême. Aussi tendent-elles à être abandonnées. Déjà on a laissé tomber en désuétude les injections de gaz sur les muqueuses. La pratique des bains représente presque à elle seule actuellement l'utilisation de l'acide carbonique.

Emploi de l'azote.

Dans ces dernières années divers hydrologues ont cherché à faire jouer un rôle thérapeutique important à l'azote que renferment, à l'état libre ou de solution, certaines eaux faiblement minéralisées.

Vous n'ignorez pas que ce gaz est considéré par les physiologistes comme inactif; il serait non délétère, mais simplement impropre à la respiration. Cependant, son histoire physiologique n'est pas tout à fait nulle. Sa solubilité dans l'eau est faible, de 25 centimètres cubes par litre, mais il s'en dissoudrait dix fois plus dans le sang. Ce sont les globules qui s'en empareraient, le sérum n'en dissolvant pas, d'après Fernet. Dans les analyses des gaz du sang, dues à Magnus, l'azote s'est montré dans le sang artériel en plus forte proportion que dans le sang veineux, ce qui semblerait indiquer qu'il en pénètre une certaine quantité pendant l'acte respiratoire. Liebig, Regnault, Planer,

P. Bert ont été d'ailleurs conduits à admettre que l'azote atmosphérique est absorbé en faible proportion par le poumon. L'azote du sang proviendrait, à la fois, pour Regnault et Reiset, de l'air atmosphérique et des aliments azotés.

Reiset croit même que la peau peut absorber une faible quantité de ce gaz.

En physiologie végétale, il est impossible de mettre en doute le rôle joué par l'azote atmosphérique dans la nutrition des végétaux. Ce rôle a été démontré notamment par les importants travaux de G. Ville et de Berthelot. Mais, de toute évidence, chez les animaux et chez l'homme, la part qu'il peut prendre aux échanges intra-organiques doit être fort limitée. Quoi qu'il en soit, on tend actuellement à regarder l'azote comme un agent thérapeutique et à l'employer même en dehors des stations d'eaux minérales.

Ses propriétés médicamenteuses ont été entrevues par Nysten, et, depuis, signalées nettement par Lecomte et Demarquay, Lemoine, Steinbruck. On s'en est servi dans le traitement de la phtisie en faisant respirer aux malades de l'air auquel on ajoutait 2 à 7 p. 100 d'azote. Mermagen, en 1880, nous a donné un bon résumé de ces premiers essais.

Ceux-ci avaient été peu remarqués lorsque les médecins de certaines stations insistèrent sur les résultats que procurent les inhalatations d'azote et l'ingestion des eaux azotées. Les principaux travaux sur cette question sont dus à Rohden, Hörling, Brügelmann, Zuntz et aux médecins espagnols des stations de Penticoza, Urberoaga, Caldas de Oviedo, parmi lesquels il faut citer particulièrement Arnus et Garcia Lopez.

L'inhalation de l'azote prend surtout de l'importance

à Lippspringe et à Inselbald où l'eau minérale pulvérisée sur des fagots laisse échapper son contenu gazeux dans l'atmosphère respirée par les malades.

Les effets obtenus sont sédatifs : le pouls devient plus lent et plus souple, la respiration plus facile, plus régulière, la température tend à s'abaisser, la toux et les crachats diminuent, les douleurs disparaissent; enfin l'irritabilité nerveuse se calme, le sommeil est amélioré.

Pour obtenir un bon effet thérapeutique on ne doit soustraire à l'air ni plus de 7 p. 100 ni moins de 2 p. 100 d'oxygène. Dans l'air ainsi légèrement raréfié, le malade se trouve soumis à une sorte de gymnastique respiratoire. L'azote agit-il, de plus, comme agent médicamenteux? Il serait prématuré de se prononcer sur ce point qui fait l'objet de discussions encore pendantes.

TRENTE-HUITIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE)

Procédés de traitement ayant un caractère mixte (suite) : humage; pulvérisations. — *Traitement interne* : effets physiologiques produits par l'usage des eaux en boisson; préceptes généraux concernant la cure interne.

Messieurs,

A côté de l'inhalation vient se placer la pratique du *humage*, qui a été installé pour la première fois par Lambron à Bagnères-de-Luchon et qui, depuis, s'est répandu dans quelques stations. Les gaz et vapeurs se dégageant naturellement des sources sont conduits, mélangés à l'air atmosphérique, dans des appareils en général en grès, terminés par un embout que le malade place entre ses lèvres. Le humage consiste donc à aspirer un mélange gazeux analogue à celui dans lequel tout le corps est plongé pendant la pratique de l'inhalation. Les effets qu'il peut produire n'ont guère été étudiés. Il s'agit d'ailleurs d'un procédé très accessoire. Humage.

La *pulvérisation* consiste à faire pénétrer l'eau médicamenteuse dans les voies respiratoires sous la forme d'une poussière fine. Ce procédé, le dernier que nous ayons à étudier, a pris également naissance dans une station sulfureuse, à Lamotte-les-Bains : il a été perfectionné à Pierrefonds, en 1857, par Sales-Girons. De- Pulvérisation.

puis, il s'est répandu dans un grand nombre de localités. Actuellement, grâce à l'invention des appareils portatifs, la méthode de la pulvérisation appartient à la thérapeutique ordinaire et peut s'appliquer aux solutions médicamenteuses aussi bien qu'aux eaux minérales.

Il me paraît superflu de vous décrire les nombreux modèles usités pour obtenir le poudroiement de l'eau. Il est plus intéressant de s'enquérir des réponses qui ont été faites aux questions pratiques soulevées par l'emploi des pulvérisations.

On a dû tout d'abord se demander si les eaux minérales ainsi traitées conservent leurs qualités.

Ce sont surtout les eaux sulfureuses qui sont employées en pulvérisations. Les unes sont notablement altérées, les autres sont à peine modifiées. Celles qui se désulfurent d'une manière notable par la pulvérisation sont minéralisées par de l'acide sulfhydrique libre ou par du sulfure calcique ; les sulfurées sodiques perdent, au contraire, à peine 2 à 3 p. 100 de leur sulfuration.

La seconde question concerne la pénétration du liquide pulvérisé dans les voies respiratoires.

Une commission nommée par la Société d'hydrologie médicale, après s'être livrée sur ce point à quelques expériences, a admis le passage d'une petite quantité d'eau pulvérisée dans les voies aériennes. Cette conclusion a été confirmée par des recherches plus récentes. Waldenburg évalue à douze ou quinze gouttes la quantité de liquide arrivant dans les bronches pendant une minute de pulvérisation. Il est difficile de parler d'une action thérapeutique générale à la suite de l'absorption d'une telle dose ; toutefois cette dose est suffisante pour

qu'on puisse obtenir des modifications non seulement de l'arrière-gorge et du larynx, mais aussi de la trachée et des grosses bronches. La pratique des pulvérisations représente donc surtout un traitement topique d'une certaine valeur. Aussi intervient-elle, comme celle des inhalations, dans les maladies de l'appareil respiratoire. Ses effets se font sentir particulièrement sur les sécrétions et sur les symptômes nerveux : elle calme la toux, la dyspnée, facilite l'expectoration et en change les caractères. Je dois encore citer, pour ne rien omettre, les irrigations faites avec les eaux minérales dans les fosses nasales par le procédé connu sous le nom de douche de Weber.

La cure interne, par ingestion, constitue le mode d'emploi le plus important des eaux minérales. Presque invariablement l'eau est prise en certaine quantité, en dehors des repas, à jeun. Les effets de cette pratique sont nécessairement sous la dépendance de divers facteurs dont les principaux sont : la quantité, la température, la constitution propre de l'eau ingérée. Cure interne

Quand l'eau est fortement minéralisée, les malades prennent ainsi un médicament complexe, plus ou moins dilué. Nous aurons donc à décrire les effets particuliers produits par chaque eau de ce genre. Mais dans beaucoup de stations les eaux sont peu minéralisées, parfois même elles sont moins riches en principes fixes que les eaux potables. On a été ainsi conduit à distinguer dans la cure de boisson, des effets communs, pouvant être attribués à l'ingestion aqueuse et des effets particuliers relevant de la constitution propre de l'eau.

Sans attacher à cette distinction une importance exagérée, il est utile, au point de vue de l'étude physio-

logique des eaux minérales, de s'enquérir tout d'abord des effets que peut produire l'ingestion à jeun d'une certaine quantité d'eau.

Nous aurons à tenir compte dans cet examen des deux facteurs — masse (quantité) et température — pouvant faire varier dans une notable mesure les effets produits. Malgré son apparente simplicité et le nombre considérable de recherches auxquelles elle a donné lieu, cette question est loin encore d'être résolue.

On admet que l'eau ingérée à jeun disparaît très rapidement de l'estomac : une partie serait absorbée et l'autre repoussée dans l'intestin. Quelle est la proportion absorbée ; avec quelle vitesse cette absorption se fait-elle ? C'est ce qu'on ne saurait dire pour l'homme sain. Mais ce sont des malades qu'on envoie aux eaux et chez ceux-ci la digestion de l'eau présente certainement des variations considérables. Les médecins doivent chercher à s'en rendre compte et à s'inspirer des résultats de leur enquête sur ce point en faisant leurs prescriptions.

La digestion stomacale de l'eau nous paraît être réglée, d'une part, par les phénomènes d'osmose, de l'autre, par la manière dont fonctionne l'appareil musculaire de l'estomac. Les conditions relatives à l'osmose, qui peuvent être supposées sensiblement fixes à l'état normal, sont sans doute très variables quand il existe des états pathologiques, accompagnés de modifications dans la structure de la muqueuse stomacale ou dans la constitution du sang. Nous sommes mieux renseignés sous le rapport de l'évacuation plus ou moins rapide du contenu stomacal. Nous pouvons, en effet, affirmer que certains estomacs se débarrassent avec une très grande rapidité de leur contenu liquide ou même solide, que

d'autres, au contraire, conservent pendant très longtemps tout aliment, même liquide.

Certains malades pourront donc ingérer de grandes quantités de boisson sans que leur estomac se distende, d'autres ne pourront digérer que péniblement, très lentement, des doses relativement minimes d'eau. Ces derniers sont des dilatés, chez lesquels il est en général très facile de reconnaître les conditions anormales du fonctionnement stomacal.

L'influence que peut avoir la température de l'eau sur la digestion est également mal précisée, bien qu'on admette que l'eau tiède ou plutôt un peu chaude soit mieux tolérée que l'eau froide.

Ce qu'il importe de bien retenir, c'est que, même dans les conditions les plus normales, l'eau pure provoque une certaine excitation glandulaire et, par suite, une véritable digestion. Celle-ci n'a encore été scientifiquement étudiée que chez le chien, dans le travail que nous avons fait, M. Winter et moi, sur le chimisme stomacal (Voy. *Médication antidyspeptique*).

Les actes intra-stomacaux sont certainement modifiés quand on ajoute à l'eau ingérée une petite proportion de matières salines. D'après divers physiologistes, parmi lesquels je citerai Béclard, il suffit de l'addition de 2 p. 100 de chlorure de sodium à de l'eau pure, pour qu'en raison des lois de l'osmose l'absorption en soit plus difficile. C'est à peu près tout ce que nous savons sur une question très intéressante et fort complexe, qui mériterait d'être étudiée en détail, car les eaux minérales représentent précisément une solution étendue de matières salines.

Or, de semblables solutions sont susceptibles de modifier à la fois les phénomènes osmotiques, le tra-

vail glandulaire et les actes moteurs, et ces modifications doivent dépendre de la proportion des matériaux dissous. Nous aurons à revenir sur ce point important à propos de l'étude des eaux en particulier.

Parvenue dans l'intestin, l'eau continue à être absorbée. Comme l'absorption intestinale marche avec une certaine lenteur, on peut avoir un effet laxatif ou purgatif lorsque la dose d'eau ingérée est suffisamment élevée, alors même que cette eau ne renferme pas trace de sel purgatif. A cet égard l'eau froide a plus d'action que l'eau tempérée. Mais l'eau un peu chaude peut également exciter la péristaltique intestinale. Dans quelques stations, dont les eaux sont faiblement minéralisées, les malades peuvent boire, sans éprouver d'indigestion, jusqu'à 2 à 3 litres dans l'espace d'une à deux heures.

Bouisson a prétendu que chez les animaux auxquels on fait boire une grande quantité d'eau, la veine porte devient turgescente. La dilution du sang par absorption aqueuse est admise aussi par Böcker ; d'après cet auteur elle serait passagère, on n'en trouverait plus trace au bout d'un quart d'heure, même après l'ingestion d'une grande quantité d'eau. En cherchant à apprécier la dilution du sang par le dosage de l'hémoglobine fait avec un spectrophotomètre, Leichtenstern n'a pu parvenir à constater ce phénomène après l'ingestion d'une quantité plus ou moins grande d'eau. De ces recherches on peut conclure que le sang se débarrasse avec une grande rapidité de son excès d'eau. La décharge se fait surtout par la voie rénale. La diurèse à laquelle elle donne lieu varie un peu avec la température de l'eau ; elle est plus marquée quand celle-ci est chaude, en même temps qu'elle s'accompagne de diaphorèse. Elle

est aussi influencée par les conditions atmosphériques : un temps frais et humide la favorise ; un temps chaud et un air sec la font diminuer. Quand donc on veut obtenir le lavage des reins, on commet une faute en envoyant les malades faire leur cure à l'époque la plus chaude de l'année.

Le rein n'est pas seul chargé de l'élimination aqueuse. Au fur et à mesure que l'eau pénètre dans le sang, elle d ffuse dans tout l'organisme et atteint probablement tous les éléments anatomiques. Elle peut donc modifier toutes les sécrétions et susciter des troubles de la nutrition.

Ferber, Mosler, Weyrich ont noté une augmentation des déperditions par la peau, plus marquée après l'ingestion d'une eau chaude que d'une eau froide. L'excitation de la sécrétion parotidienne a été signalée par Lehmann ; celle de la sécrétion pancréatique par Weinmann ; celle de la sécrétion biliaire par Bidder et Schmidt, Nasse, Arnold, Röhrig.

Les recherches poursuivies relativement aux fluctuations de la pression sanguine ont donné lieu à des observations non concordantes. Ainsi l'ingestion d'eau chaude diminuerait, d'après Winternitz, la pression du sang; elle l'augmenterait, au contraire, d'après Kisch.

Rappelons que l'ingestion d'eau froide diminue la fréquence du pouls. Il s'agit ici d'un effet passager, ayant sans doute pour point de départ une influence sur les rameaux du pneumogastrique, car il est sensible avant que l'abaissement de la température consécutive au refroidisssement interne se soit produit.

L'effet le plus important de l'ingestion aqueuse se traduit par une perturbation assez notable des échanges

nutritifs. Cette action a été rendue sensible par les études faites sur les variations de la composition des urines et sur celles du poids corporel. Mais la question n'est pas facile à résoudre, car, jusqu'à présent, les résultats obtenus ont été assez irréguliers.

La plupart des premiers expérimentateurs ont trouvé une augmentation dans les pertes subies par les urines. Genth, Mosler, Becquerel, Chossat, Lehmann, Falk ont observé de la diurèse, en même temps qu'une augmentation de l'urée, du chlorure de sodium, des acides phosphorique et sulfurique. De l'ensemble de ces recherches, il résulterait que l'absorption de 2 à 4 litres d'eau ferait monter d'environ un cinquième la proportion d'urée éliminée par les urines. Les observateurs plus récents ont presque toujours trouvé également une augmentation dans les pertes d'urée ou tout au moins de l'azote total. Debove et Flamant sont presque les seuls qui aient nié l'augmentation dans l'excrétion de l'urée.

Les médecins de stations qui ont opéré avec une eau faiblement minéralisée, Chiaïs et Bordet, à Evian, P. Rodet, à Vittel, ont signalé également une augmentation dans les excrétions azotée.

Cette augmentation dans les pertes azotées a été interprétée de diverses manières. Pour les uns, et entre autres pour J. Mayer, dont les expériences ont été faites sur des animaux, l'ingestion d'eau en excès produirait une sorte de lavage intra-organique, déterminant l'entraînement au dehors des déchets retenus dans les tissus. D'autres, comme A. Robin, tout en reconnaissant l'action d'entraînement, admettent une augmentation des combustions. Cette opinion est assez vraisemblable, s'il est exact, comme l'a vu Bordet, que le poids du

corps diminue lorsque le régime reste identique, qu'il augmente, au contraire, lorsque l'appétit excité est largement satisfait.

Genth avait annoncé que l'acide urique disparaît de l'urine à la suite de l'ingestion de grandes quantités d'eau, et maintes fois des médecins de stations se sont appuyés sur cette donnée. En reprenant l'étude de ce point, à l'aide du dosage de l'acide urique par le procédé de Salkowski, modifié par Fokker, R. Schöndorff n'a pu constater l'influence de l'ingestion d'eau sur l'élimination de l'acide urique.

Quoi qu'il en soit de ces quelques divergences, l'effet général et commun de la cure interne ou de boisson paraît être, en résumé, une excitation du renouvellement de la matière intra-organique.

A cette action commune, dont l'importance doit être considérée comme très grande par les thérapeutistes, viennent s'ajouter des effets médicamenteux variables avec la constitution des diverses eaux minérales.

Dans les stations où l'eau est faiblement minéralisée, on obtient des résultats thérapeutiques en forçant les doses et en suscitant ainsi des modifications de la nutrition. Dans celles où les eaux possèdent des propriétés médicamenteuses, il survient, avec des doses plus faibles et parfois relativement très minimes, des effets thérapeutiques manifestes.

Aussi le mode d'emploi des eaux minérales est-il assez variable. Dans aucun cas le malade ne devra boire à sa guise ; rien n'est plus fréquent que les accidents dus chaque année aux abus commis par certains malades.

Les médecins des stations ont à tenir compte dans leurs prescriptions des qualités des eaux et des condi-

tions pathologiques dans lesquelles se trouvent chaque patient. Il est donc impossible d'énumérer des règles fixes touchant la cure interne considérée en général. Tout au plus pourrons-nous vous présenter à cet égard quelques remarques.

Au point de vue des doses généralement prescrites, la pratique médicale s'est beaucoup modifiée dans ces dernières années. Les doses élevées, souvent prescrites autrefois, sont actuellement regardées comme dangereuses ou superflues; on se contente de doses moyennes. Comme elles se montrent suffisantes, quelques vieux praticiens pensent que les malades contemporains sont moins robustes et moins résistants que ceux des générations antérieures et qu'il leur faut des traitements plus doux.

La dose active est en moyenne de deux à quatre verres par jour. On prescrit au début une dose faible, qui est augmentée progressivement. Cette précaution est surtout indispensable quand les eaux sont très gazeuses et susceptibles de produire des symptômes d'ivresse.

Certaines eaux, faciles à digérer, faiblement minéralisées, peuvent exceptionnellement être tolérées à très hautes doses. Telles sont les eaux dites de lavage, au nombre desquelles on peut citer celles de Contrexéville, Vittel, Evian.

En général la boisson est prescrite par verrées.

Il serait donc assez important de se servir dans toutes les stations d'un verre typique, divisé d'après le système décimal. On doit regretter qu'une mesure aussi simple n'ait pas été adoptée depuis longtemps; on aurait acquis ainsi des notions plus précises sur les effets des eaux et sur les doses auxquelles on peut les obtenir.

Un assez grand nombre d'eaux minérales qu'on va boire au loin sont transportables. Cette particularité soulève une question de pratique importante, celle de savoir s'il est indispensable pour les malades d'aller boire les eaux en question à la source même; si, en d'autres termes, la cure ne pourrait pas se faire à domicile.

Nous avons à nous prononcer entre deux intérêts contraires, celui des Compagnies qui sollicitent l'emploi des eaux transportées, celui des médecins des stations qui n'existeraient même pas si les malades n'allaient pas prendre les eaux sur place. Les médecins veulent que les eaux, même dans les cas où l'analyse chimique montre que le transport ne les modifie pas, aient des propriétés spéciales quand elles sont prises à la source; ils prétendent que la cure à domicile ne peut ressembler que de loin à la cure faite dans la station. Il ne faut pas se méfier de leur opinion parce qu'elle est intéressée. Cette opinion est parfaitement fondée, et je me déclare partisan convaincu de la cure sur place.

Mais je n'en rapporte pas l'avantage à des propriétés mystérieuses et indéterminées des eaux prises à la source, propriétés que la bouteille leur ferait perdre. Je vois intervenir dans la cure faite à la station un grand nombre de facteurs étrangers aux qualités des eaux, et j'attribue à ces facteurs, dits accessoires, une importance considérable.

TRENTE-NEUVIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE)

Des eaux minérales en particulier. Classement. — Première section. *Eaux où prédomine l'action d'un principe médicamenteux.* I. Eaux *sulfureuses* ou *sulfurées :* 1° sulfurées sodiques; 2° sulfurées calciques et sulfhydriquées. — Action physiologique.

Messieurs,

L'Europe et la France, en particulier, sont d'une grande richesse en eaux minérales présentant une composition fort variable et une grande diversité de propriétés thérapeutiques. Il est donc indispensable de s'aider, pour faire l'étude de ces nombreux médicaments préparés par la nature, d'un classement méthodique. Mais il serait fastidieux et inutile de passer en revue les classifications proposées par les divers auteurs et de vous en présenter la critique.

Les classifications les plus utiles pour le médecin sont celles dans lesquelles les eaux sont considérées comme des médicaments capables de produire certains effets thérapeutiques. Même en s'en tenant à ce point de vue pratique, les auteurs se sont heurtés à de grandes difficultés, en raison de la complexité de constitution de beaucoup d'eaux et de l'insuffisance de données précises sur les éléments auxquels peuvent être rapportés leurs effets. Aussi les classifications ont-elles subi, depuis celle de l'*Annuaire des*

eaux minérales de la France, jusqu'à nos jours d'assez nombreuses modifications. C'est à Durand-Fardel qu'on doit, à cet égard, les améliorations les plus considérables. Il a le premier réussi à grouper les eaux minérales et les principales stations de manière à mettre en relief la solidarité de certaines d'entre elles, à la fois au point de vue chimique et au point de vue thérapeutique. Ce principe est, dans l'état actuel de nos connaissances, le seul qui réponde aux exigences de la pratique.

Sans nous écarter sensiblement des divisions admises par Durand-Fardel, et qui ont été adoptées par la plupart des spécialistes, nous leur ferons subir quelques modifications.

La cure hydrominérale suscite, nous l'avons vu, trois ordres principaux de phénomènes : action sur la nutrition générale, modifications des fonctions du tube digestif, action périphérique par voie réflexe, découlant de la prédominance dans certaines cures de l'emploi des procédés hydrothérapiques. La caractéristique d'un groupe d'eaux doit se tirer avant tout de considérations relatives à ces trois ordres d'effets principaux. Voici le tableau du classement que nous adopterons :

GROUPEMENT DES EAUX MINÉRALES.

FAMILLES.	CLASSES.
I. Sulfureuses ou sulfurées.	Sulfurées sodiques.
	— calciques et sulfhydriquées.
	— chlorurées.
II. Chlorurées sodiques....	Chlorurées sodiques pures.
	— — mixtes sulfurées.
	— — mixtes bicarbonatées.
III. Bicarbonatées sodiques.	
IV. Alcalino-terreuses ou calciques.	

V. Sulfatées sodiques et magnésiennes.	Sulfatées pures (eaux amères).	
	Sulfatées mixtes.	
VI. Ferrugineuses..........	Bicarbonatées ou crénatées.	
	Sulfatées.	
VII. Indéterminées..........	Hydrominérales simples.	
	Acidules gazeuses.	

GROUPES COMPLÉMENTAIRES :

Eaux arsénicales — iodo-bromurées — lithinées — azotées.

Pour faire l'étude de ces eaux d'une manière méthodique, il nous paraît utile de nous occuper d'abord des eaux relativement simples. Les eaux mixtes, ayant des propriétés se rattachant à plusieurs principes minéralisateurs, ne peuvent, en effet, être convenablement appréciées que lorsqu'on a pris connaissance des eaux plus simples. Ainsi, par exemple, l'étude des eaux sulfurées chlorurées suppose connues celles des sulfurées simples et des chlorurées pures; il serait peu logique de la placer après la description des sulfurées pures et avant celles des chlorurées. L'ordre que nous suivrons sera, par suite, le suivant :

A. Eaux où prédomine l'action d'un seul principe ou d'un groupe de principes analogues. — Eaux relativement simples.

I. Sulfurées (sodiques ou calciques). — II. Chlorurées sodiques. — III. Bicarbonatées sodiques. — IV. Alcalino-terreuses ou calciques. — V. Sulfatées sodiques et magnésiennes. — VI. Ferrugineuses. — VII. Indéterminées (hydrominérales simples et acidules gazeuses).

B. Eaux dont l'effet thérapeutique semble se rattacher à plusieurs principes. — Eaux mixtes ou complexes : Classes ou groupes se rattachant aux familles précédentes.

1° Sulfurées chlorurées et chlorurées sulfurées; 2° chlorurées bicarbonatées; 3° sufaltées mixtes. 4° Groupes complémentaires : eaux arsénicales, iodo-bromurées, lithinées, azotées.

Eaux sulfureuses.

L'importante famille constituée par les eaux *sulfureuses* ou *sulfurées* nous met immédiatement en présence des problèmes les plus difficiles de l'hydrologie médicale. Tout est, en effet, complexe dans l'étude de ces eaux : la minéralisation, la description des effets physiologiques, l'appréciation des effets pharmaco-thérapiques.

Les eaux sulfureuses sont remarquables par la complexité de leur constitution, bien que dans la plupart d'entre elles la somme des principes minéralisateurs soit minime, si minime que beaucoup d'auteurs en ont mis un certain nombre parmi les indéterminées.

L'élément chimique qui sert à les caractériser est le soufre. Il s'y présente le plus habituellement sous une forme propre à lui faire produire à petite dose des effets relativement puissants et il y est associé à d'autres principes susceptibles, dans bien des cas, d'en favoriser l'action, mais aussi, d'autrefois, d'en atténuer ou d'en faire dévier les effets.

Le soufre s'y trouve soit à l'état d'hydrogène sulfuré, soit à l'état de sulfure alcalin (de sodium, de calcium, de magnésium et de potassium). A côté de lui on rencontre du sulfate de chaux, des chlorures, des carbonates, des silicates, de la matière organique et des gaz : acide carbonique, azote; parfois encore, on note des traces de fer, d'iodures et de bromures.

Un grand nombre de sources sulfureuses sont thermales, d'autres sont froides. Quelques auteurs ont pris ce seul caractère comme base d'une division. Malgré

l'intérêt qu'il présente, le facteur température nous paraît être un élément insuffisant pour autoriser un tel groupement.

Il est plus rationnel de prendre pour base de classement la manière dont se présente et se comporte l'élément soufre.

La division la plus simple, celle de Durand-Fardel, comprend seulement deux grandes classes : les sulfurées sodiques, les sulfurées calciques ou sulfhydriquées.

Le Bret admet cinq classes : les sulfurées sodiques, les sulfurées sodiques hyposulfitées, les sulfurées calciques, les hydrosulfurées, les sulfurées et chlorurées sodiques. Il nous semble qu'on peut rattacher, à l'exemple de Durand-Fardel, les hyposulfitées aux sulfurées sodiques et les hydrosulfurées aux sulfurées calciques.

Nous admettons donc les trois classes suivantes :

Sulfurées sodiques ;

Sulfurées calciques et sulfhydriquées ;

Sulfurées chlorurées.

Mais nous aurons à indiquer certaines subdivisions importantes, tant au point de vue de l'hydrologie pure qu'à celui de la clinique hydrominérale.

Sulfurées sodiques.

Les *sulfurées sodiques* sont celles dont le principe minéralisateur le plus actif thérapeutiquement est le sulfure de sodium. Ce sont à la fois les plus nombreuses, les plus abondantes et les plus importantes au point de vue de leurs applications. La plupart d'entre elles sont thermales. Elles sont éminemment françaises et gisent de manière à former deux groupes géographiques d'inégale valeur. Le premier, de beaucoup le plus considérable, occupe le pied du massif pyrénéen sur tout le parcours de la chaîne ; le

second est situé dans la région qui avoisine les Alpes du Dauphiné et de la Savoie. Quelques rares stations de même ordre sont encore disséminées dans d'autres régions.

Le principe sulfureux se trouve toujours dans ces eaux en proportion très faible, ne dépassant pas dans les plus riches (Luchon) 0,077 par litre. La forme sous laquelle il y existe est encore actuellement objet de discussion.

Sans parler des sources qui ne renfermeraient que de l'hydrogène sulfuré en présence ou non de soude et qui auraient été mises à tort dans ce groupe, on trouverait dans les sulfurées sodiques proprement dites, tantôt un monosulfure (Filhol), tantôt un sulfhydrate de sulfure (Garrigou, Duhourcau). Dans plusieurs d'entre elles, Berthelot a trouvé un sulfhydrate de sulfure alcalin, de l'acide sulfhydrique libre et de l'alcali libre (soude). Ces résultats un peu disparates semblent tenir à l'altérabilité de la plupart des eaux de ce groupe, altérabilité provenant de la complexité de leur constitution. On y trouve, en effet, des éléments qui ne peuvent rester, en présence les uns les autres, dans leur état primitif, que dans certaines conditions. Lorsque celles-ci viennent à changer par suite de l'arrivée de l'eau à l'air libre, d'un abaissement de la pression primitivement supportée, du dégagement de gaz, du contact de l'air, de l'altération des matières organiques, il se produit avec plus ou moins de facilité et de promptitude des mutations chimiques et, cela, au lieu même de l'emploi des sources.

Résumons, d'après Durand-Fardel, qui en a donné une bonne description, les principaux faits connus relativement à ces mutations chimiques. Celles-ci ont

pour résultat le dégagement d'acide sulfhydrique, lequel ne cesse que lorsque l'eau est devenue hyposulfitée. On peut dire qu'en général les sulfures alcalins se décomposent en donnant naissance à des polysulfures, des hyposulfites, puis des sulfites et des sulfates alcalins. La polysulfuration est habituellement un phénomène transitoire; mais elle peut persister, comme à Barèges, et être en rapport avec des propriétés thérapeutiques particulières. Dans quelques cas, une certaine quantité de soufre serait mise en liberté et, en restant en suspension fixe dans l'eau, elle produirait les eaux blanches (Luchon) ou les eaux bleues (Ax). Dans d'autres cas encore, la dégénérescence s'opérerait rapidement et c'est ainsi que prendraient naissance les eaux dites dégénérées ou modifiées (Réveil), possédant des propriétés spéciales.

Durand-Fardel conclut de ces faits qu'en pratique il faut tenir compte du degré d'altérabilité des eaux sulfurées, plutôt que de leur teneur en sulfure, telle que permet de la mesurer la sulfhydrométrie. On devra donc prendre en considération la fixité relative du sulfure, le dégagement plus ou moins abondant d'hydrogène sulfuré, la polysulfuration, la présence de sulfites (dégénérescence).

Laissez-moi toutefois vous rappeler comment on dose le soufre par la méthode sulfhydrométrique de Dupasquier.

Lorsqu'on verse une dissolution alcoolique d'iode dans une eau sulfureuse amidonnée, la couleur bleue n'apparaîtra pas tant que l'iode n'aura pas entièrement décomposé le principe sulfureux, ou bien elle disparaîtra par agitation du mélange. La couleur bleue se montrera et persistera, au contraire, dès que

la dernière trace du composé sulfureux aura disparu (Pelouze). Un équivalent d'iode déplaçant un équivalent de soufre, il suffira d'employer une liqueur titrée.

Les sulfurées sodiques les mieux caractérisées sont presque toutes réparties dans les Hautes et dans les Basses-Pyrénées. Elles émergent des terrains primitifs ou de ceux qui sont à la limite des primitifs et des terrains transitoires. Presque toutes sont thermales, toutes donnent une réaction alcaline et renferment une matière organique azotée qui paraît y jouer un certain rôle. Quelques auteurs attachent, en outre, de l'importance à la richesse de quelques sources en silicates alcalins. Toutes exhalent à leur point d'émergence une odeur franchement hépatique.

Les plus altérables, dans lesquelles on trouve des carbonates, des hyposulfites, des sulfites et des sulfates alcalins, ont également une réaction alcaline ; mais elles n'ont ni odeur ni saveur sulfureuses. Elles renferment également une certaine proportion de matière organique. Ces eaux appartiennent aux Pyrénées-Orientales et viennent des terrains primitifs de nature granitique. Elles forment la classe des sulfurées hyposulfitées de Le Bret.

Il me serait impossible d'étudier avec vous, en détail, la composition chimique des eaux minérales. Je me bornerai à vous présenter, sous forme de tableaux, les données les plus importantes à cet égard, et encore ne mettrai-je, dans ces tableaux, que les stations et les sources principales.

Eaux sulfurées sodiques françaises.

STATIONS.	NOMS des SOURCES CHAUDES.	SULFURE DE SODIUM.	H^2S LIBRE.	SILICATES.	MATIÈRE ORGANIQUE.	NaCl.	TOTAL.	TEMPre.
Bagnères-de-Luchon.	Bayen.	0,077	traces	0,022		0,082	0,227	71°,5
	Grotte supérieure.	0,031	traces	0,057		0,072	0,249	54°,5
Cauterets......	César.	0,023		0,111	0,045	0,071	0,260	48°,2
	La Raillière.	0,017		0,040	0,035	0,059	0,219	58°,7
	Mauhourat.	0,016	azote	0,108	0,046	0,080	0,258	50°
Barèges........	Tambour.	0,040		0,116	0,066	0,072	0,296	44°,1
	Entrée.	0,034				0,050		43°,9
	Barzun.	0,033		0,106				30°,5
Eaux-Bonnes ..	SourceVieille.	0,021		0,031	0,048	0,261	0,571	32°,7
Saint-Sauveur..	Des Dames.	0,021		0,086	0,032	0,069	0,250	35°
Eaux-Chaudes..	Le Clôt.	0,008	traces	0,030		0,089	0,314	36°,2
Ax............	Viguerie.	0,020		0,129	0,045	0,035	0,261	73°,5
Le Vernet......	Ursule.	0,012					0,250	42°
Amélie-les-Bains.	Amélie.	0,025			0,014		0,273	47°
Moligt..........		0,014			0,007	0,016	0,158	37°
Olette..........		0,028			0,034	0,031	0,401	75°
La Preste......		0,012					0,242	40° à 42°
SOURCES FROIDES.								
A. Bagnères de Bigorre.	Labassère.	0,032		0,055	0,145	0,205	0,545	12°,5
Gazost..		0,031				0,319	0,479	12°
Saint-Boès.....		0,130			0,164		3,443	12°
Marlioz........		0,020					0,510	14°

Nous ajouterons à cette liste Saint-Antoine de Guagno (Corse) et Challes qui tient une place à part, en raison de sa constitution complexe intéressante.

GRANDE SOURCE DE CHALLES :

Température..................	9°,5.
Titre sulfhydrométrique...............	0,217
Azote..............................	24 cc.
Sulfhydrate de soude..................	0,35900
Bromure.......	0,00375
Iodure............................	0,01235
Total des principes.......	1,21850

Les dégénérées occupent, dans le tableau, les derniers rangs des thermales, à partir du Vernet.

Les stations étrangères méritant d'être citées sont Mehadia (Hongrie) possédant la source chaude (44°) d'Herculesbad ; les sources froides de Lostorf et Stachelberg (Suisse), Höhenstaedt (Bavière), Heustrich (Suisse).

Les *sulfurées calciques et sulfhydriquées* sont minéralisées par le sulfure de calcium ou, en l'absence de sulfure alcalin fixe, par de l'hydrogène sulfuré libre. Sulfurées calciques et sulfhydriquées.

Les premières sont le plus ordinairement froides ; les autres, froides ou thermales. Ces eaux renferment presque toujours des substances salines : sulfates, chlorures. Elles sont moins alcalines que les précédentes.

Eaux sulfurées calciques ou sulfhydriquées.

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	SULFURE DE CALCIUM.	H^2S LIBRE.	SULFATE DE CHAUX.	CHLORURE DE SODIUM.	TOTAL.	TEMP^{re}.
FRANÇAISES (CHAUDES).						
Aix-les-Bains............ *Soufre.*		0,003	0,092	0,030	0,493	44°
Alun.		0,003	0,081	0,027	0,446	47°
Saint-Honoré....................	0,032	0,070		0,305	0,671	30 à 33°
FROIDES.						
Enghien............... *du Nord.*	0,118		0,275	0,048	0,900	12°
Pierrefonds......................	0,015	0,002	0,020	0,020	0,349	10°
Allevard.		24^{cc},75	0,298	0,503	2,235	16°,7
ÉTRANGÈRES (CHAUDES).		c.c.				
Schinznach (Suisse).............		135,9	0,15			36°
Trencin-Teplitz (Hongrie).......		15,0	1,00	0,17		40°
ÉTRANGÈRES (FROIDES).						
Langenbrücken (Baden), *Wald-quelle*........................		165,7	0,12	0,01		13°
Lenk (Suisse)...................		44,5	1,65			8°
Neundorf (Prusse)..............		39,3	0,36	1,01		11°
Gurnigel (Suisse)..............	0,004	15,1	1,30			8°

Citons encore en France, Cambo et Bagnols. Vous remarquerez que les sources chaudes de Schinznach (Suisse), ainsi que la source froide (Waldquelle, de Baden) sont d'une richesse remarquable en acide sulfhydrique libre.

Effets physiologiques des eaux sulfureuses.

Les principes paraissant prendre part à l'action des eaux sulfureuses, sont surtout l'hydrogène sulfuré et les sulfures alcalins.

La renommée du soufre est très ancienne ; on l'appelait *balsamum pectoris* et on le considérait comme diaphorétique, désobstruant de la veine porte, altérant et purgatif. Il a beaucoup perdu de sa réputation.

L'hydrogène sulfuré, H^2S, est un gaz très toxique, pouvant exercer des effets nuisibles à dose très minime, surtout quand il pénètre dans l'économie par la voie respiratoire. Claude Bernard a fait voir que lorsqu'il est absorbé par d'autres voies ou même injecté dans les veines, il est rapidement éliminé par l'air expiré et les rapports gazeux et, par suite, supporté à dose relativement très élevée.

C'est un poison du sang qui, d'après les études faites par Hoppe-Seyler, Preyer, Diakonow, réduirait l'hémoglobine en s'oxydant rapidement et en s'emparant pour cela de l'oxygène des globules. Roth et plus tard Schönlein ont soutenu que le soufre se combine avec le fer des hématies de manière à arriver à l'état de sulfure de fer dans la veine porte. Il en résulterait une formation et une sécrétion plus abondante de bile. A Weilbach, Stifft a noté, comme effet de la cure, une diminution du volume du foie.

D'après cet auteur la couleur noire que prennent les garde-robes serait due, non pas, comme on l'a dit, à

du sulfure de fer, mais bien à l'augmentation de la sécrétion biliaire.

Leichtenstern estime que les quantités d'acide sulfhydrique absorbées par les malades soumis à l'action des eaux sont trop faibles pour pouvoir exercer une action toxique sur le sang. En présence de l'oxygène toujours en excès dans le sang, cet acide se transformerait en acide sulfureux. Cette opinion a été confirmée par Beissel, d'Aix-la-Chapelle et par Dronck (de Schinznach), qui ont retrouvé de l'acide sulfureux dans l'urine. Kauffmann et Rosenthal attribuent aussi à l'hydrogène sulfuré une action toxique sur le sang ; mais ils pensent qu'à dose faible, cet agent influence uniquement la circulation et la respiration. Cette opinion est également celle de Stifft qui invoque une action de l'hydrogène sulfuré sur les filets sensitifs du nerf vague et, par voie réflexe, sur les centres nerveux de la circulation et de la respiration.

Les sulfures alcalins possèdent des propriétés topiques, susceptibles d'expliquer les modifications qui se produisent pendant la cure au niveau des muqueuses et des plaies ulcéreuses. Ils irritent la muqueuse intestinale et peuvent provoquer de la diarrhée.

Après leur ingestion, ils sont éliminés soit en nature, soit après s'être oxydés et transformés en sulfates alcalins qu'on retrouve alors dans les urines. On n'a pu leur attribuer aucun effet physiologique particulier.

Quant aux bains sulfureux, leur action est celle de tout bain excitant, capable de stimuler les nerfs cutanés. Ils se distinguent des bains de même ordre par ce fait que les malades absorbent, pendant la durée du bain, par les voies respiratoires, une petite quantité d'hydrogène sulfuré.

Considérons maintenant les eaux sulfureuses dans leur individualité propre. Ces eaux possèdent des propriétés excitantes qui, annoncées par Bordeu, ont été depuis reconnues par divers auteurs.

Les faits observés chez les malades ne peuvent d'ailleurs laisser aucun doute à cet égard. La fièvre thermale n'est nulle part aussi commune qu'aux stations sulfurées. Souvent surviennent pendant la cure des angines, des grippes thermales et une irritabilité nerveuse, qui avait poussé Bordeu à comparer les eaux sulfureuses au café. En somme, la cure produit une suractivité des principales fonctions. C'est là ce qu'on entend par excitation.

Mais cette action n'est pas durable, et elle aboutit, somme toute, à une sédation par un procédé qui nous échappe.

Autrefois on avait reconnu aux eaux sulfureuses la propriété d'accélérer le pouls tout en abaissant la température. Gerdy, Lambron, Armieux ont observé un ralentissement du pouls, tandis que Grimaud, à Barèges, a noté au moment de la crise, du sixième au douzième jour, une augmentation de la température.

Le plus ordinairement l'activité cérébrale est accrue, et il en résulte parfois de l'insomnie.

Les eaux dégénérées et celles qui blanchissent à l'air exercent d'emblée des effets sédatifs qui permettent de les appliquer à des cas particuliers.

L'élimination du soufre par les voies respiratoires et par la peau, explique aussi quelques-unes des applications des eaux sulfureuses.

Les eaux calciques, moins alcalines, plus riches en principes minéralisateurs, représentent une médication sulfureuse atténuée, pouvant être employée dans les

formes éréthiques des maladies justiciables de cette médicamentation.

Dans certaines stations, le dégagement abondant d'hydrogène sulfuré permet l'emploi d'inhalations qui paraissent agir d'une manière un peu spéciale sur l'arbre aérien. D'autres stations se font remarquer surtout par la thermalité de leurs sources qui sont utilisées à la façon des eaux indéterminées.

QUARANTIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE).

Emploi thérapeutique des eaux sulfurées. — II. *Chlorurées sodiques* : Action physiologique de ces eaux : effets produits par la cure interne.

Messieurs,

Il n'entre pas dans mon plan, vous ai-je dit, de traiter en détail la partie thérapeutique et clinique de mon sujet. A mon avis, l'emploi de la cure hydro-minérale ne peut être convenablement discuté qu'à l'occasion du traitement des maladies en particulier. Je tiens néanmoins à vous indiquer rapidement quelles sont les maladies justiciables de chaque espèce d'eau, en me préoccupant surtout de vous faire connaître la spécialisation des principales stations.

Lorsqu'on parcourt les travaux publiés sur les eaux minérales, travaux qui trop souvent se présentent sous les apparences de simples prospectus, on ne peut accepter, si peu qu'on ait l'esprit sérieux, les assertions des auteurs qu'avec la plus grande réserve, chaque eau minérale étant vantée comme une sorte de panacée, capable de guérir toutes les maladies chroniques. Cependant, l'expérience clinique a démontré que certaines eaux sont incontestablement plus utiles que toutes les autres, dans certains cas donnés. Le véritable service à rendre aux stations est d'en

établir nettement la spécialisation et non d'en représenter les eaux comme un remède universel.

Les eaux sulfureuses sont principalement employées dans les empoisonnements chroniques, dans la syphilis, dans le rhumatisme chronique, dans les phlegmasies chroniques des muqueuses, dans les dermatoses, dans la tuberculose pulmonaire.

Emploi thérapeutique.

Elles sont réputées dans les empoisonnements chroniques par les métaux lourds, tels que le plomb et le mercure. Pour expliquer le bénéfice qu'on en retire dans ces cas, on a dit qu'elles favorisent l'élimination du plomb sous forme de sulfure. Mais d'autres auteurs, frappés de leur faible minéralisation, prétendent qu'elles agissent plutôt par leurs propriétés communes que médicamenteuses, en facilitant les fonctions cutanées, rénales et les combustions interstitielles.

Ils ont fait remarquer qu'on obtient des effets plus sûrs et plus prompts en employant des eaux magnésiennes et sulfatées sodiques, qui transforment le plomb en sulfure dans l'intestin et tendent à en provoquer l'élimination, grâce à leurs propriétés purgatives. Cette question a été reprise récemment par Peyrou dans une étude expérimentale qui tend à prouver que le sulfure de sodium est un antidote du plomb et du mercure.

D'après Astrié, le mercure formerait dans les tissus des albuminates qui seraient rendus solubles par les sulfures alcalins. L'élimination de ces composés serait favorisée par l'excitation de la sécrétion biliaire. A Aix-la-Chapelle, Güntz, et depuis d'autres, ont vu que la cure fait apparaître chez les intoxiqués et chez les syphilitiques, du mercure dans les urines.

Dès 1546, Frascator ordonnait des bains sulfureux

aux syphilitiques, et actuellement le nombre des malades de ce genre s'accroît chaque année dans les stations des Pyrénées, notamment à Luchon.

Les eaux sulfureuses possèdent la propriété de faire apparaître des manifestations spécifiques, notamment à la peau. Les bains chauds renouvelés peuvent d'ailleurs à eux seuls agir dans le même sens. Lorsque la syphilis est à la période secondaire, les eaux sulfureuses ne pourraient que lui faire prendre une forme exagérément active. Aussi est-ce dans la syphilis tertiaire que ces eaux ont été recommandées, particulièrement par Lambron.

La cure a deux buts principaux. Elle peut faciliter chez les malades cachectisés le remontement de l'organisme. D'autre part, elle peut servir de pierre de touche, en appelant au dehors, dans les cas où la maladie n'est pas entièrement éteinte, des manifestations révélatrices. Mais les eaux sulfureuses n'ont pas, — retenez-le bien, — de propriétés antisyphilitiques. La cure par les eaux sulfureuses peut également, dans des circonstances où le diagnostic est difficile, permettre de dégager le caractère de manifestations rendues obscures par le terrain scrofuleux ou dartreux dans lequel elles se sont développées.

Elle peut encore intervenir utilement lorsqu'on veut faire tolérer un traitement mercuriel intensif.

A cet effet on combine, dans certaines stations, la cure mercurielle, notamment par frictions, avec la cure hydrominérale. On parvient ainsi à faire passer à travers l'organisme une forte dose de mercure, sans avoir à redouter les effets de l'accumulation du métal toxique. Enfin, certains syphilitiques sont cachectisés, non pas tant par le fait de leur maladie, que par

l'usage abusif des préparations mercurielles. Ils se trouvent alors dans un état tout particulièrement justifiable des eaux sulfureuses. Les stations qui conviennent le mieux aux syphilitiques sont Bagnères-de-Luchon, Aix-les-Bains, Barèges. Cette dernière sera choisie de préférence lorsque les sujets sont scrofuleux.

Dans le rhumatisme chronique, dans la goutte atonique, dans les paralysies et les affections du système nerveux, l'effet obtenu par la cure sulfureuse doit-il être rapporté à l'emploi des bains chauds ou au passage du soufre dans l'économie? Dans le rhumatisme, ce sont les formes fixes, profondes, s'accompagnant d'une atonie des tissus et d'un affaiblissement de tout l'organisme qui sont surtout modifiables par les eaux fortement excitantes et par les procédés énergiques de la balnéothérapie et de l'hydrothérapie chaudes. Les stations recommandables dans ces cas sont : Barèges, Luchon, Cauterets, Aix-les-Bains. Les arthrites fongueuses seront dirigées de préférence sur la première de ces stations. A Aix-les-Bains, le massage sous la douche tempérée, mieux pratiqué que partout ailleurs, convient dans la plupart des formes du rhumatisme chronique et de goutte ancienne à marche lente.

Les dermatoses humides sont presque les seules qui soient traitées par les eaux sulfureuses. Citons les formes suintantes de l'eczéma, l'impétigo, certaines formes d'acné. L'action des eaux paraît être ici assez complexe. A l'effet topique s'ajoute celui de l'élimination du soufre par la peau. Il faut tenir compte, en outre, de la modification générale que peut imprimer, au moins momentanément, la cure aux malades atteints de maladie constitutionnelle.

Enfin, il est possible que l'action parasiticide du soufre soit mise à contribution dans certains cas. Telle est l'opinion d'Amsler (de Schinznach), station où, nous l'avons vu, l'acide sulfhydrique est abondant.

Dans le choix de la station, il faut prendre surtout pour guide la période d'évolution de la maladie. Lorsque celle-ci sera susceptible de repasser à l'état aigu, on donnera la préférence aux sulfureuses faibles ou aux sulfurées calciques: Saint-Gervais, Saint-Honoré, Allevard, Enghien, Moligt. Les affections anciennes, sèches et rebelles, pourront être améliorées ou guéries par les sources plus excitantes de Luchon. Cauterets, Barèges.

Les eaux sulfureuses sont particulièrement appropriées au traitement des irritations chroniques des muqueuses du nez, de la gorge, du larynx, de la trachée, des bronches.

Dans ces cas encore ces eaux produisent une double action, l'une locale, topique, l'autre générale, consistant dans une modification plus ou moins profonde du terrain organique. Ce genre de traitement est facilité par diverses installations spéciales et particulièrement par les inhalations et les pulvérisations propres à faire parvenir l'agent médicamenteux jusque sur les parties malades. Les sujets atteints de pharyngite et de laryngite chroniques sont dirigés sur Cauterets (La Raillière), Eaux-Bonnes, Pierrefonds, Enghien. Dans la bronchite chronique, on utilise plus spécialement Allevard, Eaux-Bonnes, Cauterets, Saint-Honoré, Marlioz, Pierrefonds, Enghien, Schinznach (inhalations).

Certaines formes de gastrite et d'entérite chroniques encore indéterminées peuvent également bénéficier de quelques eaux sulfureuses, telles que de la source

Mahourat (Cauterets), de l'eau de la Hontalade (Saint-Sauveur), des eaux de Saint-Honoré et de Saint-Gervais.

On traite le catarrhe utérin à Saint-Sauveur, aux Eaux-Chaudes, à Enghien, à Saint-Honoré. Le catarrhe vésical est justiciable d'Olette et surtout de la Preste ; il peut être aussi soigné à Enghien.

La découverte du bacille de la tuberculose attira l'attention sur les traitements permettant à l'agent médicamenteux de pénétrer jusqu'au niveau des lésions. Les médecins des stations sulfureuses firent alors de grands efforts pour représenter l'hydrogène sulfuré se dégageant des eaux comme un énergique antibacillaire. Les espérances que leurs travaux ont pu faire naître ont été déçues. La médicamentation sulfureuse n'en est pas moins une de celles qui peuvent rendre des services dans le traitement de la tuberculose ; mais il faut être prévenu qu'elle est d'un maniement assez difficile. Ici surgit une grosse question de pratique dont l'examen ne pourra être fait en détail qu'à propos du traitement de la phtisie pulmonaire.

Disons simplement que les phtisiques fréquentent particulièrement les Eaux-Bonnes où l'on traite surtout les formes torpides, se développant chez les individus dits scrofuleux ou lymphatiques. La cure des Eaux-Bonnes provoque parfois des hémoptysies; elle ne convient pas dans les formes éréthiques et chez les hémoptoïques.

On envoie également des phtisiques à Cauterets, à Allevard, à Schinznach. Ces stations ne peuvent également être recommandées que dans les formes torpides et lorsque les lésions sont limitées ou peu avancées dans leur évolution.

Citons encore Amélie-les-Bains, le Vernet, Gréoulx,

dont nous avons déjà parlé à propos des stations climatériques.

Les eaux sulfureuses sont parfaitement appropriées au traitement des manifestations dites scrofuleuses et particulièrement aux formes superficielles et cutanées de la maladie. Cependant à Barèges, comme Bordeu l'avait déjà reconnu, on obtient de bons effets dans les formes articulaires et osseuses.

Les stations qui, avec Barèges, se partagent surtout la clientèle des scrofuleux sont les Eaux-Chaudes, Challes, Schinznach.

Enfin les eaux sulfureuses sont encore utilisées, grâce à leurs propriétés excitantes et reconstituantes, dans les cas d'ulcères variqueux torpides, de trajets fistuleux, de lésions traumatiques anciennes, telles que luxations, fractures, plaies par armes à feu. Barèges est encore, dans ces dernières circonstances, la station de choix.

Eaux salines.

Divers auteurs ont rangé dans une même famille toutes les eaux salines. Ces eaux présentent effectivement un certain nombre de caractères communs. Elles sont assez fortement minéralisées et renferment un sel de soude, indécomposable dans l'économie et dont l'élimination s'opère en nature par divers émonctoires et surtout par les urines (Liebig, Woehler, Dumas). Ajoutons, en outre, qu'en raison de leur constitution saline, ces eaux, en passant dans le tube digestif, provoquent des phénomènes attribuables en grande partie à une modification dans les conditions de l'osmose.

Mais tous les auteurs en question admettent dans ce grand groupe des eaux salines deux divisions : les

chlorurées et les sulfatées. Nous suivrons l'exemple de Durand-Fardel en faisant des chlorurées sodiques une grande famille qui nous paraît très naturelle; nous en rapprocherons la cure marine.

Chlorurées sodiques.

Les chlorurées sodiques viennent des terrains secondaires qui renferment des dépôts de sel gemme, de gypse et du grès bigarré. Quand elles sont chargées d'acide carbonique, elles affectent des rapports avec les terrains volcaniques plus ou moins récents, avec les basaltes et les laves.

La thermalité de ces eaux varie; les froides sont plus riches que les chaudes en acide carbonique.

Leur composition présente un grand nombre de nuances qu'il est impossible de ramener à un type, mais elle est nettement caractérisée par la prédominance du chlorure de sodium. Les autres principes qu'on y rencontre sont, en général, des sulfates, des carbonates; parfois des sulfures, des iodures, des bromures, du fer. Comme gaz, elles peuvent renfermer une proportion parfois forte d'acide carbonique; dans quelques cas, une petite quantité d'hydrogène sulfuré, ou de l'azote.

Dans certaines contrées, notamment en Allemagne, on renforce l'action des bains par l'addition d'eaux mères (*Mutterlauge*), qui sont les résidus d'évaporation des salines où l'on prépare le chlorure de sodium pour la consommation. Ces résidus contiennent en proportions considérables les principes solubles dont le chlorure de sodium s'est séparé en se cristallisant.

Les eaux chlorurées sodiques sont très nombreuses et d'une constitution assez variable pour qu'il soit indispensable de les subdiviser.

Durand-Fardel en fait quatre classes en tenant compte

de l'addition au chlorure de sodium de principes pouvant exercer une action thérapeutique. Il décrit des chlorurées sulfurées, des chlorurées bicarbonatées, des chlorurées sulfatées.

La division que je crois devoir adopter est la suivante : Première classe : chlorurées sodiques pures; deuxième classe : chlorurées sodiques mixtes, comprenant des chlorurées sulfurées et des chlorurées bicarbonatées.

Les chlorurées pures, les seules dont nous ayons à nous occuper pour le moment, sont des eaux froides ou chaudes, généralement claires, transparentes, offrant un goût salé plus ou moins prononcé et produisant parfois sur le palais une sensation de chaleur. Celles qui sont chargées d'acide carbonique ont une saveur très agréable et sont plus propres à la cure interne.

La proportion de chlorure de sodium qu'elles renferment est très variable: elle oscille à peu près entre 1 à 25 p. 100. Quelques-unes des plus riches sont concentrées avant l'usage par évaporation.

Le Bret les divise en chlorurées non ou peu gazeuses et en gazeuses.

Ce point de vue est intéressant ; mais il me paraît être dominé par celui de la richesse plus ou moins grande en chlorure de sodium, et je crois devoir, avec divers auteurs, distinguer les eaux légères ou faibles et les eaux fortes (*Soolen* des Allemands).

Les premières s'emploient surtout à l'intérieur ; les secondes sont applicables à la cure externe.

Les auteurs allemands considèrent comme faibles, celles qui renferment moins de 10 p. 1000 de chlorure de sodium (moins de 1 p. 100) et comme fortes, celles

qui en contiennent au moins 15 p. 1000 (1,5 p. 100). J'adopterai à peu près ce principe, qui me paraît avoir une certaine importance, parce qu'il peut prendre comme point d'appui les effets exercés par ces deux variétés d'eaux sur la digestion.

Eaux chlorurées faibles (jusqu'à 10 p. 1000).

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	CO^2.	NaCl.	TOTAL.	TEMP.
FRANÇAISES.	c.c.			
Bourbon-l'Archambault.........		2,40	4,35	52°
Bourbonne-les-Bains...........		5,80	7,60	58°
Balaruc.....................		6,80	9,10	48°
Lamotte......................		3,80	7,40	59°
Bourbon-Lancy................		1,30	1,80	46-56°
ÉTRANGÈRES.				
Creuznach.......... *Elisenquelle*		9,40	11,70	
Baden-Baden........ *Hauptquelle*		2,10	2,80	68°
Niederbronn (Alsace)...........		3,00	4,60	
Soden (Nassau)..... *Warmbrun.*	1015	3,40	4,70	23°
Kissingen.............. *Rakoczy*	1305	5,80	8,50	
Wiesbaden (Nassau). *Faulbrunn.*		3,40	4,30	13°
— — *Kochbrunn.*	200	6,80	8,20	68°
Homburg...... *Elisabethenbrunn.*	1039	9,80	13,20	
Pyrmont............. *Salzquelle*	754	7,00	10,70	
Kronthal......................	1258	3,30	4,50	

Il est important de distinguer dans la longue liste des eaux salées, très nombreuses surtout à l'étranger, les thermales et les froides, les gazeuses et les non gazeuses; mais il est difficile de ranger les stations d'après ces considérations, car on peut trouver dans le même endroit des sources froides et des sources thermales, des eaux gazeuses et des eaux non gazeuses.

On doit également prendre en considération la présence, dans certaines eaux, des iodures et des bromures. Vous remarquerez toutefois que ce sont surtout dans les eaux mères, ajoutées à l'eau des bains,

Eaux chlorurées fortes (+ de 10 p. 1000).

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	CO^2.	NaCl.	TOTAL.	TEMP.
FRANÇAISES.				
Salies-de-Béarn.............		245,000		15°
Salins (Jura)................		22,740		10°,5
Salins-Moutiers.............	12,48	11,317		38°
ÉTRANGÈRES.				
Rheinfelden (Argovie).......		311,630	318,8	10°
Bex (Vaud).................		156,660	170,2	15°
Salzungen (Prusse-Thuringe).		256,600	265,0	12°
Frankenhausen (Prusse-Th.)..		249,600	259,3	18°
Hall (Autriche, Tyrol).......		255,500	263,9	12°
Ischl (Autriche)............		236,100	245,4	15°
GAZEUSES.				
Nauheim (Taunus) *Kurbrunnen*.		15,400	18,7	21°
Soden (Taunus) *Soolsprudel*..	756	14,500	16,8	30°,5
Nauheim (Hesse) *Friedrich-Wilhem-Sprudel*...........	578	29,300	37,1	35°
Rehme-Oeynhausen (Prusse).	753	24,850		27-31

que les proportions de ces derniers principes sont élevées.

Parmi les eaux iodurées, nous citerons Creuznach (Prusse) (0,080 d'iodure de magnésium), Hall (Autriche) où la Tassilequelle renferme 0,058 d'iodure de magnésium, Wildegg (Suisse) (0,027 d'iodure de sodium), Heilbrunn (Bavière) (eau exportée renfermant 4,95 de Na Cl, 0,028 d'iodure de sodium, 0,41 de bromure de sodium).

Les principales eaux bromurées sont :

Salies-de-Béarn	1,050	Bromure	de potass.
Creuznach	0,625	—	de magn.
Bourbonne-les-Bains	0,005	—	de sod.
Balaruc	0,032	—	de magn.
Salins	0,031	—	—
Wildegg	0,030	—	de sod.
Heilbrunn	0,410	—	—

Les eaux mères renferment des chlorures de sodium, de calcium, rarement de magnésium ; quand elles sont obtenues avec des eaux iodurées et bromurées, elles sont relativement riches en ces principes.

Les eaux mères de Hall (Autriche) contiennent jusqu'à 1000 grammes dont 945 de NaCl, 2 grammes d'iodure de magnésium et 3gr,200 de bromure. A Wittekind (Prusse), elles renferment 185,2 de NaCl, 0,454 d'iodure d'aluminium, 14,799 de bromure. Les eaux mères de Creuznach (Prusse) comptent 256,8 de NaCl, 0,077 d'iodure de potassium, 6,814 de bromure de potassium.

L'effet des eaux chlorurées prises en boisson se rapporte au chlorure de sodium dont nous avons déjà fait l'étude à propos des médications reconstituante et antidyspeptique. Rappelons cependant ici les principales propriétés de ce corps, et tout d'abord la part importante qu'il prend à la constitution des humeurs et du protoplasma cellulaire. C'est un type de médicament-aliment. Effets physiologiques.

Nous en absorbons en moyenne pour notre entretien 20 grammes par jour et on en retrouve de 4 à 8 grammes par litre d'urine. La cure salée en fait monter la consommation à environ 35 grammes en vingt-quatre heures. Quel peut en être l'effet?

L'ingestion à jeun de quantités modérées d'eau salée (cure faite avec les eaux faibles), surtout lorsque cette eau est riche en acide carbonique, développe dans la bouche une sensation agréable de fraîcheur ou de chaleur. Les mucosités buccales sont rendues moins adhérentes et la sécrétion salivaire est activée.

Dans l'estomac, les solutions salées produisent certainement un effet puissant que j'ai décrit l'an dernier, mais qui n'est pas encore suffisamment étudié. Les doses modérées excitent la sécrétion du suc gastrique, tendent à en augmenter l'acidité totale et à favoriser la formation des peptones. Elles sont donc susceptibles d'améliorer la digestion dans certains cas; mais lorsque l'estomac est malade, irritable, elles déterminent de l'hyperpepsie chlorhydrique d'emblée ou tardive. La cure interne devra donc toujours être subordonnée à l'état gastrique. C'est là un point de pratique sur lequel je crois devoir attirer votre attention d'une manière toute particulière. On admet que le chlorure de sodium excite les mouvements de l'estomac. Cela est possible à l'état physiologique, quoique non rigoureusement démontré. Toujours est-il que chez les hyperpeptiques, l'usage du sel, en augmentant l'irritation gastrique et l'hypersécrétion, a le plus souvent pour effet de retarder l'évacuation gastrique et d'exagérer la dilatation qui est la conséquence de cette perturbation. Quand on emploie de hautes doses d'eau salée, le chlorure de sodium passe dans l'intestin en proportion assez forte pour qu'il survienne une action purgative due à l'augmentation du péristaltisme et, sans doute aussi, aux modifications que la solution salée imprime aux conditions de l'osmose intestinale. Il est très probable que les effets produits

ne sont pas les mêmes lorsque la forte dose de sel est représentée par une grande quantité de solution salée faible, que lorsqu'elle résulte de l'emploi d'une quantité relativement modérée d'une solution forte. Cette dernière exerce une action plus intense sur les phénomènes d'osmose. L'effet purgatif produit par l'usage des eaux minérales est parfois facilité par la présence, à côté du chlorure de sodium, d'une certaine proportion de sulfate de soude ou de sulfate de magnésie.

Le chlorure de sodium passe pour exciter, non seulement les sécrétions du tube digestif, mais aussi celles du foie et du pancréas.

Toute cette grande question de l'influence des solutions salées sur le fonctionnement du tube digestif et de ses annexes mériterait d'être reprise et étudiée en détail à l'aide des nouvelles méthodes d'analyse.

Les recherches de Barral, Kaupp, Voit, Feder ont établi que le sel marin s'élimine principalement par l'urine et que l'élimination complète par cette voie demande plusieurs jours. Elle s'accompagne d'une alcalinisation de l'urine (Salkowski). On admet que le sel facilite la diffusibilité des humeurs et que, par suite, il permet à une partie de l'albumine circulante de se soustraire à l'action des éléments anatomiques. Il résulterait de cette particularité une augmentation dans la désassimilation des albuminoïdes quand l'organisme est traversé par un excès de sel.

Toujours est-il que Th. Bischoff, Voit, Kaupp, etc., attribuent au sel la propriété d'augmenter les excrétions azotées. D'après Dehn, le chlorure de potassium agirait de même. Les petites proportions d'iodure et de bromure contenues dans certaines eaux ne paraissent pas pouvoir exercer une action physiologique.

QUARANTE ET UNIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE)

Action physiologique des eaux chlorurées (*suite*). — Effets produits par les moyens externes. — Eau de mer et cure marine; stations de bains de mer. — Indications des eaux chlorurées sodiques pures et de la cure marine.

Messieurs,

Effets des bains.

Les moyens externes, les bains surtout, jouent un rôle très important dans la médicamentation chlorurée sodique. L'eau des bains renferme en général 2 à 3 p. 100 de chlorure de sodium, soit 12 à 18 livres de sel pour 300 litres d'eau. Parfois la proportion de sel s'élève jusqu'à 8 à 10 p. 100; dans d'autres cas, au contraire, elle tombe à 1,5 p. 100.

Les bains salés déterminent nettement les phénomènes d'excitation attribuables, d'une manière générale, aux bains hydrominéraux. On y voit la peau pâlir d'abord, puis devenir rouge pour ne reprendre sa coloration normale qu'au bout de quelques heures. Ces bains affectent donc la répartition du sang et ils provoquent, sans doute aussi, des phénomènes réflexes qui peuvent avoir une valeur thérapeutique.

Les faits physiologiques les plus importants sont ceux qui concernent les modifications du mouvement nutritif.

Röhrig et Zuntz, Paalzow ont étudié la question au

point de vue des variations respiratoires. Ils ont constaté qu'un bain renfermant 3 p. 100 de sel augmente l'absorption d'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique. L'augmentation est de 15,3 p. 100 dans la consommation d'oxygène, de 25 p. 100 dans l'excrétion du CO^2. Ces phénomènes ne s'observent pas avec les bains d'eau douce et sont empêchés par la paralysie curarique.

Je vous ai dit que Beneke avait, d'autre part, observé une augmentation de l'excrétion azotée. Il y aurait donc exagération de toutes les combustions intra-organiques.

L'étude de cette question a été récemment reprise par divers expérimentateurs, et notamment par Keller et par Gauly.

Keller, à Rheinfelden, a comparé les effets du bain simple à ceux du bain pris avec de l'eau contenant 3 p. 100 de sel. Les résultats qu'il a obtenus peuvent se résumer sous la forme du tableau suivant :

	Bains salés.	Bains simples.
Quantité des urines.........	augmentée	diminuée.
Chlorures..................	augmentés	diminués.
Phosphates..................	augmentés	diminués.
Azote	diminué	augmenté.
Acide sulfurique............	augmenté	augmenté.
Poids corporel..............	diminué	augmenté.

Les bains salés, contrairement à ce que l'on croyait, diminueraient, d'après Keller, l'excrétion azotée qu'augmente légèrement le bain simple ; ils accroîtraient les excrétions non azotées.

Gauly a entrepris sur lui-même, à Salins, des expériences dont le plan lui a été donné par A. Robin. Il est arrivé à d'autres conclusions ; mais il s'est servi d'une eau plus salée. Cette eau renfermait, au quart

6 p. 100 de sel, au demi-sel, 12 p. 100, pure 25 p. 100.

Voici d'ailleurs un résumé des principaux résultats qu'il a obtenus. Le bain au quart a produit une diminution de la quantité des urines, une diminution des matériaux organiques, de l'acide urique, des matières extractives azotées; il est resté sans influence sur les matériaux solides et sur l'azote incomplètement oxydé; il a augmenté les matériaux inorganiques, l'azote total, l'urée, le coefficient d'oxydation azotée, les chlorures, l'acide phosphorique, le rapport de l'acide phosphorique à l'azote total.

Le bain demi-sel a fait augmenter tous les éléments de l'urine et diminuer le rapport de l'acide phosphorique à l'azote total.

Enfin, le bain pur sel a fait diminuer l'azote incomplètement oxydé, les matières extractives azotées, l'acide urique, le rapport de l'acide phosphorique à l'azote total; il a fait augmenter tous les autres éléments analysés. Après la cessation des bains, l'azote incomplètement oxydé, les matières extractives azotées, le rapport de l'acide phosphorique à l'azote total sont restés diminués; au contraire, les augmentations signalées pendant les bains sont allées en s'accentuant.

Ces expériences tendent à établir que les effets des bains salés varient assez sensiblement avec la richesse de l'eau en sel. On ne peut pas dire qu'elles infirment celles de Keller.

D'ailleurs, malgré toute la peine prise par l'auteur, elles ne sont pas démonstratives.

Les effets des bains s'étant prolongés après leur cessation, que peut-on tirer d'analyses faites d'une manière suivie pendant trois jours de période pré-

balnéaire, puis trois jours de bains au quart, trois jours de bains au demi-sel, six jours de bains avec de l'eau non coupée ? Ajoutons que l'auteur n'a pas pris soin de comparer les effets produits chez lui par les bains simples à ceux que suscitent les bains salés. En réalité ces sortes d'études sont longues et pénibles ; il est nécessaire, pour arriver à des résultats précis, de choisir des conditions plus simples et de poursuivre les expériences pendant un temps plus long.

Je suis entré à cet égard dans quelques détails pour vous montrer que les lacunes, tant de fois signalées dans l'étude physiologique des eaux minérales, ne pourront être comblées que par des travaux de longue haleine.

L'addition à l'eau des bains de un à vingt litres d'eaux mères est une pratique dont les effets restent, pour le moment, indéterminés. Il en est de même des effets physiologiques des douches.

En résumé, en nous en tenant aux données les plus certaines, la cure chlorurée sodique est reconstituante et excitante. En faisant accroître la combustion des matériaux non azotés, elle peut faciliter le dégraissement du corps. Elle a pour résultat une action générale tonique et lorsqu'elle augmente l'appétit et améliore la digestion — ce qui est habituel — elle facilite la reconstitution des tissus azotés, quoique puissent indiquer les résultats analytiques qui tendent à faire croire à une désintégration exagérée.

Eau de mer.

L'eau de la mer est en quelque sorte un immense réservoir d'eau minérale. C'est un type naturel d'eau chlorurée sodique. Sa composition chimique est très complexe, car on n'y trouve pas moins d'une trentaine de corps, mais le chlorure de sodium en représente à lui seul les trois quarts en poids.

Sa richesse en sel dépend de la latitude ; elle diminue d'une façon assez régulière à mesure qu'on s'élève vers le Nord. Le tableau suivant en fait foi :

CHLORURE DE SODIUM POUR 1000 :

Mer Rouge	42
Méditerranée	40
Atlantique (au large)	38
Manche	36
Mer du Nord	33
Sund et Cattégat	16
Baltique occidentale	8
— orientale	4,33
Rade de Cronstadt	0,61

Le long des côtes la salure varie, dans de fortes proportions, suivant l'absence ou la proximité des cours d'eau. Les matières salines autres que le chlorure de sodium diffèrent sensiblement d'une mer à l'autre. La plus importante d'entre elles est le sulfate de magnésie : il y en a une plus forte proportion dans la Méditerranée que dans la Manche.

On a trouvé, en outre, dans l'eau de mer une matière organique grasse encore indéterminée, désignée sous le nom de mucosine et répondant à la mucosité de Bory de Saint-Vincent, des gaz en proportion variable. La densité de l'eau de mer est de 1025 à 1032 ; elle augmente des pôles à l'équateur, ainsi que pouvaient le faire prévoir les variations de composition que nous venons d'indiquer.

La température moyenne de l'eau de mer, pendant l'été, du 21 juin au 22 septembre, est donnée par le tableau suivant :

Méditerranée	22 à 27° C.
Océan Atlantique	20 à 23°
Mer du Nord	16 à 18°
Mer Baltique	15 à 17°

Dans la Méditerranée, la température convenable pour le bain est atteinte en juin et persiste jusqu'en novembre.

A la cure marine prennent part trois facteurs principaux : l'air, l'eau, le sable.

L'eau est employée, comme une autre eau minérale en boisson, en bains, en douches.

L'usage interne de l'eau de mer remonte à une haute antiquité, car Pline donne une formule d'eau de mer miellée. Toutefois l'emploi thérapeutique régulier de cette eau est attribuée à Richard Rùssell (1750). Il a été depuis l'objet de divers essais qui permettent de placer l'eau de mer à côté des chlorurées fortes. Elle purge l'adulte à la dose de deux à trois verres. Disons, toutefois, que si certains praticiens font boire à leurs malades une petite quantité d'eau de mer pour compléter la cure marine, l'usage interne de cette eau est, en somme, restreint et nullement comparable à celui des eaux minérales servant à la cure chlorurée sodique interne.

Quelques essais faits par Lisle, avec du pain à l'eau de mer, n'ont pas été poursuivis.

Donc, la cure externe est la plus importante. Elle compte comme moyens les bains de mer froids, les bains de mer chauds, donnés dans des baignoires, l'hydrothérapie marine et enfin les bains de sable. Cure externe.

Pendant la durée de cette cure les malades sont soumis à l'action de l'atmosphère marine qui exerce par elle-même une influence notable sur l'organisme, influence que l'on a cherché à reproduire, nous l'avons vu, dans les stations où l'on fait respirer aux malades l'air des salines.

Dans la « grande piscine du bon Dieu », pour Bains.

employer l'expression de Michelet, les facteurs dont il y a lieu de tenir compte sont la température, la densité, la pression, la composition chimique de l'eau, l'action mécanique des vagues. Les effets physiologiques produits sont très analogues à ceux que détermine le bain froid, mais plus excitants. Ils sont d'une analyse difficile, les sujets soumis aux bains de mer respirant de l'air marin et parfois aussi avalant un peu d'eau de mer pendant la durée du bain.

Les bains de mer ne doivent être pris que trois heures au moins après le repas. Il faut choisir le moment de la marée haute. Le sable est alors échauffé et la lame plus sensible. Dans les plages du Nord, l'eau et l'air ne sont jamais trop chauds, mais ils peuvent être trop froids. Les malades doivent entrer rapidement dans l'eau, se livrer à des mouvements assez énergiques et rechercher le choc des lames.

Ils éprouvent tout d'abord un premier frisson léger. qui cesse bientôt. Le second frisson, qu'on ne doit pas atteindre et qui, dans tous les cas, indique, lorsqu'il débute, que le bain devient nuisible, survient au bout d'un temps variable suivant maintes circonstances et. en général, au bout de cinq à quinze minutes. Il est plus tardif quand les personnes commencent à s'aguerrir à l'effet réfrigérant du bain. Après le bain, on doit se livrer à un exercice actif sur le bord de la mer. Quand le malade est sujet à la céphalalgie après le bain, on peut prévenir cet effet à l'aide d'un pédiluve chaud pris à la sortie de l'eau.

On ne doit prendre qu'un bain par jour. Après une série de quinze à vingt bains, on se reposera quelques jours et, pour faire une saison complète, on prendra de quarante à cinquante bains.

Les individus faibles, anémiques, amaigris, supportent mal les bains de mer froids. On peut avoir recours pour eux aux bains de baignoire, pris avec de l'eau de mer chauffée, pratique qui n'est qu'une imitation des bains usités dans les stations d'eaux minérales. Dans un bon nombre d'endroits on emploie également la douche, dont les effets ont été particulièrement étudiés par Lemarchand. La douche est froide ou écossaise, plus rarement tiède. Sa durée doit être inférieure à celle qui est donnée avec de l'eau ordinaire.

Bains de sable.

Enfin, dans les stations un peu chaudes, on met parfois à contribution le bain de sable. On creuse un trou dans le sable, on laisse le soleil échauffer la place, puis on y étend l'enfant — ces bains leur sont surtout réservés — et on le garantit d'une tente-abri en flanelle blanche. Le sable conserve de l'humidité bien que sa température soit parfois de 43° (Campardon). La durée des bains de sable est de vingt minutes à une demi-heure ; elle peut être portée à une heure sur certaines plages méridionales.

Stations de bains de mer.

Je vous ai cité les stations maritimes hibernales qui servent à la cure climatérique. Il me reste à vous énumérer les principales stations estivales qui sont propres à la cure marine. Mais je vous ferai remarquer que bon nombre de stations hibernales peuvent également convenir à cette cure, et même permettre de la prolonger pendant l'arrière-saison.

Les stations de bains de mer du Nord de l'Europe peuvent être passées sous silence ; elles offrent pour nous peu d'intérêt.

Nous citerons Scheweningue (Hollande), Ostende (Belgique), les stations nombreuses des Iles-Britanni-

ques qui sont, pour les côtes orientales, les environs de Dundee, Leith, Dunbar (Écosse), Newcastle, Whitby, Hull, Yarmouth, à l'est et au midi des rives de la Tamise ; Ramsgate, Folkestone, Hastings, Brighton, l'île de Wight, Weymouth, Dartmouth, Plymouth, pour les côtes occidentales, Bristol, Cardiff, les environs de Liverpool, les bords de la Clyde (Écosse), en Irlande, les environs de Belfast, Dublin, Cork. A ces nombreuses stations des côtes britanniques, il faut joindre celles qui ont été énumérées à propos des climats.

En France, les stations bien connues de la côte Nord jouissent en partie à l'Ouest des mêmes avantages que celles des côtes de l'Angleterre ; mais elles sont moins chaudes et d'une température moins égale. Elles sont recherchées en été par les Parisiens en raison de leur fraîcheur relative et de leur proximité. Signalons Berck-sur-Mer, station intéressante à cause de l'hôpital qui y reçoit les petits malades venant des hôpitaux de Paris, Boulogne, le Tréport, Dieppe, Trouville, Deauville, Fécamp, Beuzeval, Honfleur, Saint-Malo, Dinard.

Sur la côte occidentale ou trouve Le Croisic, Pornic; dans le golfe de la Gironde, à droite Royan, à gauche Arcachon ; plus au midi, près de Bayonne, Biarritz, puis Saint-Jean-de-Luz.

Les principales stations du Midi, non encore citées à propos des climats, sont Marseille, Fréjus, Porto-Maurizio, Cogolito (près de Savone), Gênes, Sestri-Levante, Pegli, Spezzia, Viareggio, Livourne, Bocca d'Arno, Civita-Vecchia, Naples, Castellamare ; dans la mer Adriatique, on trouve Ortona, Pesaro, Fano, Sinegaglia, Rimini, le Lido (Venise), etc.

Emploi thérapeutique.

Les eaux chlorurées sodiques sont utilisées dans le traitement de la scrofule et des tuberculoses locales,

dans certaines formes de maladies du tube digestif, dans les maladies de l'appareil génito-urinaire, dans les affections paralytiques du système nerveux, dans le rhumatisme chronique, etc.

Elles conviennent d'une manière toute particulière dans le lymphatisme et la scrofulo-tuberculose. Leurs effets sont surtout remarquables chez les enfants et les adolescents entachés d'une disposition constitutionnelle, héréditaire ou acquise.

Ce sont naturellement les manifestations superficielles, celles qui actuellement constituent les seules qui puissent se rattacher à la scrofule proprement dite, qui guérissent le plus facilement. Les lésions articulaires et osseuses dues à une tuberculose locale sont bien plus résistantes. Cependant on compte encore, même dans ces conditions peu favorables, des améliorations et des guérisons.

L'expérience clinique a démontré que le traitement externe avait, dans ces cas, plus d'importance que la cure interne. On devra donc s'adresser de préférence aux eaux chlorurées sodiques fortes, en choisissant les stations les mieux aménagées au point de vue balnéaire.

Celles où l'on utilise des eaux mères, celles qui possèdent des salines où l'on respire une atmosphère imprégnée de sel marin sont particulièrement appropriées à ce genre de cure.

C'est également au lymphatisme et à la scrofule que convient la cure marine. Cette cure paraît même particulièrement appropriée aux formes dites profondes, à la condition toutefois que la fièvre et les phémonènes aigus soient calmés. Elle a l'avantage de faire intervenir la vie au grand air et la respiration de l'atmosphère marine qui jouent un grand rôle dans le traite-

ment, mais la cure marine ne peut être efficace qu'à la condition d'être suffisamment prolongée. Quand il s'agit de tuberculose profonde, notamment de tuberculose des os ou des articulations, les malades doivent rester en permanence au bord de la mer jusqu'à ce que la cure ait donné les résultats qu'on est en droit d'en attendre. Voilà pourquoi les gens pressés se rendent de préférence dans les stations hydrominérales où les malades ne sont guère retenus que pendant un mois.

Les résultats qui ont été obtenus à Berck, et qui ont été exposés dans un lumineux rapport de Bergeron, sont remarquables. A une époque où l'on ne choisissait pas les malades (du 1er juillet 1861 au 31 décembre 1865) il y eut 284 guérisons sur 380 cas, soit 74 p. 100 de guérisons.

Depuis, Cazin et Perrochaud nous ont fait voir que, même dans la coxalgie suppurée, on obtenait à Berck des résultats tout à fait satisfaisants. Et cependant cette station est loin d'être dans des conditions avantageuses. Le climat y est froid, la plage très sablonneuse et l'atmosphère y renferme des poussières.

Il serait préférable d'envoyer les malades suivre la cure marine dans une station climatérique. C'est du moins ce que pensent, avec raison, je crois, certains médecins et en particulier Knauthe, qui propose Nice et Menton. Les Italiens ont fondé, le long de leurs côtes, divers établissements hospitaliers qui rendent de très grands services.

Les stations d'eaux minérales les mieux appropriées au traitement du lymphatisme et de la scrofulo-tuberculose sont, en France : Salins (Jura), Salins, près Moutiers (Savoie), Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées), Bourbonne (Haute-Marne), Balaruc (Hérault), Lamotte-

les-Bains (Isère); à l'étranger … (
Rhénane); Rheinfelden (près de Bâle, en Suisse), Bex-Lavey (Suisse), Nauheim (Hesse-Darmstadt), Ischl (Autriche) etc.

A Salins (Jura) les eaux renferment 27 grammes par litre de chlorure de sodium et on peut ajouter à l'eau des bains une certaine proportion d'eaux mères. On pratique dans cette station la cure externe et la cure interne et on y traite toutes les manifestations de la scrofulo-tuberculose.

Les eaux de Salies ne renferment pas moins de 216 grammes de chlorure de sodium par litre; elles conviennent particulièrement dans les formes profondes, osseuses. On vient de créer à Biarritz un établissement où l'on utilise des eaux analogues.

Les autres stations françaises et étrangères ne sont guère appropriées qu'au traitement des manifestations superficielles et ganglionnaires.

Dans les maladies du tube digestif, les eaux chlorurées sodiques sont employées surtout en boisson. On choisit donc pour ce genre de cure les eaux de facile digestion, moyennement ou faiblement chlorurées et celles qui produisent sans fatigue une augmentation des exonérations. Les affections du tube digestif, justiciables de cette cure, sont encore insuffisamment précisées. Ce sont celles qu'on appelle communément les dyspepsies atoniques, gastriques ou gastro-intestinales. Mais qu'entend-on exactement par ces termes un peu vagues?

Parmi les affections stomacales, celles qui me paraissent indiquer la médication en question sont la gastrite muqueuse et la gastrite chronique mixte, avec atrophie glandulaire plus ou moins avancée, particulièrement lorsque ces formes de gastrite sont compliquées

de constipation. On cite comme autres maladies du tube digestif réclamant l'intervention des eaux chlorurées sodiques, les affections du gros intestin, la constipation opiniâtre et particulièrement l'état désigné sous le nom de pléthore abdominale et qui est surtout caractérisé par un état de stase dans les rameaux efférents de la veine porte. A mon avis, on fera bien chez les constipés, obèses ou non, de se rendre compte de l'état gastrique avant de prescrire les eaux salées. La gastrite hyperpeptique devra toujours être considérée comme une contre-indication à leur emploi.

Les principales stations appropriées au traitement des maladies du tube digestif sont Kissingen (Bavière), Niederbronn (Alsace), Bourbon-l'Archambault (Allier).

Les eaux de Kissingen renferment de 2 à 5 grammes de sel; elles sont assez fortement gazeuses, légèrement ferrugineuses. Dans cette station les malades sont soumis à un régime alimentaire sévère et dirigé en vue du traitement de l'obésité.

A Niederbronn, où l'on pratique souvent aussi la cure de réduction, les eaux contiennent 3 grammes de chlorure de sodium par litre; elles sont d'une digestion facile et on en peut porter progressivement la dose jusqu'à 8 à 10 verres par jour. Ces eaux servent surtout à combattre la constipation chronique et ses conséquences.

Les eaux de Bourbon-l'Archambault, dans lesquelles on trouve 2^{gr},20 de chlorure de sodium par litre, donnent également de bons résultats dans l'atonie gastro-intestinale.

Les eaux chlorurées sodiques interviennent utilement dans quelques-unes des affections du sexe féminin. Dans les affections catarrhales de l'utérus elles

entachées de lymphatisme ou de scrofule. On les fait intervenir dans les métrites et dans les périmétrites chroniques (salpingites, etc.) à un moment où l'on n'a plus à redouter d'exacerbations aiguës. Elles sont contre-indiquées quand il existe une grande irritabilité nerveuse et des phénomènes douloureux.

Les stations de choix sont Creuznach et Salies-de-Béarn, Bourbon-l'Archambault. On pourra recourir, dans certains cas, aux bains de mer chauds de baignoire ou même aux bains de mer froids.

Creuznach et Salies exercent une action favorable et encore actuellement mal expliquée sur les fibromes utérins ou périutérins, accompagnés ou non de métrorragies. On cite actuellement un grand nombre de cas dans lesquels la cure a provoqué l'expulsion des tumeurs ou produit leur atrophie. En tout cas elle arrête presque toujours les hémorragies ou les rend moins abondantes.

Certaines eaux chlorurées sodiques jouissent d'une grande réputation dans le traitement des paralysies, notamment de celles qui ont pour origine une apoplexie cérébrale. Quelques médecins ont prétendu qu'elles étaient utiles à une époque rapprochée du début ; ils ont pris sans doute l'amélioration qui survient spontanément à ce moment pour un effet thérapeutique. Lorsqu'on attend pour les prescrire, ainsi qu'on doit le faire, la période de cicatrisation, elles agissent probablement en produisant une dérivation sur le tube digestif, grâce à leurs effets évacuants, et aussi par action réflexe dont le point de départ est l'excitation cutanée.

Les malades sont soumis, dans ces stations, à la cure interne et à la cure externe, parfois à cette dernière

seule ou presque seule. Ainsi à Balaruc, la douche joue un grand rôle. Bourbon-l'Archambault, Bourbonne, Wiesbaden (Nassau) se partagent, avec Balaruc, les malades de ce genre.

On a obtenu également dans ces stations, particulièrement à Wiesbaden, des guérisons dans des cas de paralysies dites fonctionnelles, paralysies qui étaient sans doute liées à des névrites périphériques d'origine variable.

Toutes les manifestations du rhumatisme chronique peuvent d'ailleurs être traitées par les eaux salées. Ce genre de traitement est même un des plus actifs. On peut recommander dans ces cas : Bourbonne, Bourbon-l'Archambault, Lamotte, Salies, Wiesbaden.

Enfin on cite encore, parmi les indications des eaux chlorurées sodiques, les lésions traumatiques et l'intoxication palustre. Ainsi Bourbonne paraît activer la consolidation des fractures.

Les contre-indications à la cure chlorurée sodique ne sont pas bien précisées. On a rangé parmi elles la chloro-anémie et les affections scorbutiques, les maladies organiques du cœur et des gros vaisseaux, la phtisie pulmonaire. L'action de ces eaux dans la chloro-anémie dépend évidemment de la maladie ayant donné naissance à cet état. Dans la chlorose vraie l'état gastrique hyperpeptique étant très fréquent contre-indiquera souvent l'emploi des eaux salées, surtout à l'intérieur. Pour montrer que ces eaux ne sont pas nuisibles dans le scorbut on a fait remarquer qu'à la suite de la campagne de Crimée un grand nombre de malades ont été guéris à Balaruc. Mais il me semble probable que les vieux praticiens hydrologues ont désigné sous le nom d'affections scorbutiques, les di-

le purpura est vraiment une contre-indication à l'emploi des eaux chlorurées sodiques.

D'après Rotureau, les eaux chlorurées sodiques provoquent des hémoptysies, accélèrent la fonte des granulations tuberculeuses et impriment à la maladie une marche désastreuse. Nous verrons pourtant plus tard que les tuberculeux supportent certaines eaux chlorurées mixtes et même s'en trouvent bien.

QUARANTE-DEUXIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE).

III. *Bicarbonatées sodiques.* Effets physiologiques et pharmacothérapiques de ces eaux; emploi thérapeutique.

Messieurs,

Bicarbonate sodique.

Le bicarbonate de soude détermine des effets si marqués et si particuliers sur le tube digestif et sur la nutrition que les eaux qui en renferment une proportion notable doivent être considérées, sans conteste, comme distinctes de toutes les autres et susceptibles de former à elles seules une grande famille, suffisamment bien caractérisée. Les *bicarbonatées sodiques* représentent d'ailleurs, en général, des médicaments puissants, d'une grande valeur thérapeutique.

Elles sont saturées d'acide carbonique et désignées par quelques auteurs, en raison de ce fait, sous le nom d'alcalines gazeuzes. Froides ou thermales, leur composition chimique est le plus habituellement assez complexe.

A côté du bicarbonate de soude, on y trouve d'autres bicarbonates, parmi lesquels figurent, dans certaines sources du bicarbonate de fer, du sulfate de soude, du chlorure de sodium, du phosphate de soude, de la lithine, de l'arsenic.

C'est la France qui possède les stations les plus remarquables de ce groupe.

bicarbonatées légères ou faibles.

Eaux bicarbonatées sodiques.

STATIONS.	SOURCES.	BICARB. DE SOUDE.	CHLOR. SOD.	SULF. DE SOUDE.	CO^2	TEMP.
FRANÇAISES.—FORTES.						
Vichy	Hôpital	5,029	0,518	0,291	1,067	31°,7
	Grande-Grille	4,883	0,534	0,291	0,908	42°,5
	Célestins	4,101	0,550	0,314	1,299	15°,2
Vals	Marquise	7,100	0,060	0,950	2,600	13°
Le Boulou	Souveraine	6,500	0,330	0,260	2,200	13°
	Clémentine	6,470				17°
FAIBLES.						
Vals	Pauline	1,010	0,040	0,150	2,138	15°
Andabre		1,820	0,090	0,010	1,138	10°
Châteauneuf	La Chapelle	2,080	0,430	0,140	1,650	17°
ÉTRANGÈRES.—FORTES.					c. c.	
Rohitsch (Styrie)	Ignazbrunnen.	8,600	0,300		348	13°
Passug (Suisse)	Ulricusquelle.	5,300	0,800		954	8°
Bilin (Bohême)		4,200	0,300	0,800	1,337	12°
FAIBLES.						
Fachingen (Prusse).		3,600	0,600		945	10°
Obersalzbrunn (Silésie)		2,400	0,100	0,400	630	7°
Apollinaris (Prusse).		1,200	0,400	0,300	1,500	21°
Soulzmatt (Alsace).		0,900	0,100		972	10°

Vichy, la plus importante de ces stations, est situé au centre de la France, dans une région remarquablement riche en sources bicarbonatées sodiques qui émergent de terrains lacustres. Les sources les plus renommées après celles qui sont inscrites dans le tableau sont celles de Mesdames, Lardy, Hauterive, Larbaud, etc.

Toutes renferment du fer; mais on en trouve surtout

se fait remarquer par ses eaux froides et notablement ferrugineuses, d'une richesse plus variable en bicarbonate, de 2gr,35 à 5gr,20. Un grand nombre de sources de la région de Vichy ne servent que pour l'exportation ; quelques-unes de ces dernières sont plus riches que celles de Vichy même en bicarbonate. Ainsi celle de Vesse en renferme 6 grammes, et une de Saint-Yorre, 7gr,5.

Vals est également le centre d'une contrée extrêmement riche en eaux du même genre. Mais ici les sources émergent d'un terrain granitique. Les eaux de Vals sont d'une constitution plus variée que celles de Vichy ; elles forment une sorte de gamme de minéralisation fort étendue. Elles sont même trop variables et surtout trop nombreuses. Exploitées par des propriétaires jaloux les uns des autres, elles ne présentent pas la fixité de composition et de nom sans lesquelles toute étude sérieuse est impossible.

Tandis que certaines sources renferment jusqu'à 9 grammes de bicarbonate, d'autres sont presque uniquement gazeuses. La Dominique se distingue de toutes les autres ; O. Henry y a trouvé, en 1859, 1gr,30 d'acide sulfurique libre. Depuis on n'en a fait aucune autre analyse.

Les eaux françaises faibles servent presque uniquement à l'exportation. Parmi celles qui ne figurent pas dans notre tableau, nous citerons Sail-sous-Couzan (Loire), Saint-Romain-le-Puy (Loire), Marcols (Ardèche), Neyrac (Ardèche), Saint Sauveur de Montagut (Ardèche).

Effets physiologiques.

Les eaux bicarbonatées sodiques constituent un médicament puissant dont les effets peuvent être non

ment durables. Le bicarbonate de soude prend certainement dans cette action une part considérable. Il existe cependant une différence très notable entre l'action du bicarbonate de soude pris en nature et celle des eaux bicarbonatées fortes, sans qu'on puisse expliquer nettement la cause de cette différence, dont les eaux minérales présentent, d'ailleurs, d'autres exemples.

Je pense que l'efficacité plus grande des eaux bicarbonatées sodiques et notamment des eaux de Vichy prises dans la station tient, d'une part, à la constitution complexe de l'eau, capable de faciliter l'absorption médicamenteuse, de l'autre à la thermalité de certaines sources, thermalité qui agit dans le même sens et, de plus, favorise l'action de l'eau sur le foie. Il faut, en outre, tenir compte du mode d'administration des eaux et des conditions particulières dans lesquelles se trouvent les malades à la station pendant la cure. A cet égard il y aurait de grands progrès à réaliser à Vichy, où les malades sont trop abandonnés à eux-mêmes et presque condamnés à l'horrible régime de la table d'hôte.

Les eaux bicarbonatées sodiques portent leurs effets surtout : 1° sur le tube digestif et sur ses glandes annexes ; 2° sur la nutrition générale. Ces divers effets, malgré leur importance, n'ont pas encore été suffisamment étudiés.

Les eaux bicarbonatées sont des eaux gazeuses, claires, incolores, d'un goût agréable, piquant, légèrement salé. Elles augmentent la sécrétion buccale et on admet qu'elles tendent à augmenter aussi celle du suc gastrique. Dans un grand nombre de cas, lorsqu'elles

produits acides, résidus des digestions antérieures, et le bicarbonate est transformé, en partie ou en totalité, en chlorure de sodium, tandis que l'acide carbonique se dégage en produisant quelques rapports capables de piquer le nez.

On admet que la décomposition du bicarbonate de soude a lieu même quand l'estomac est vide. Les alcalins auraient pour effet de provoquer la sécrétion du suc gastrique qui attaquerait bientôt par son acide le bicarbonate. Il n'est pas démontré que les choses se passent bien ainsi. Le processus en question expliquerait seul l'alcalinisation rapide des urines. On a tenté de rapporter celle-ci à la soustraction de l'acide chlorhydrique qu'on présume être renfermé dans le sang. Les études que j'ai poursuivies avec Winter montrent que le sang ne fournit directement que du chlorure de sodium. Les faits qui suivent l'ingestion des eaux bicarbonatées dépendent de conditions complexes, même à l'état physiologique ; ils varient surtout suivant les rapports qu'affectent les prises d'eaux avec les prises alimentaires (Voy. *Médication antidyspeptique*). Ils sont nécessairement plus variables encore chez les malades.

Lorsqu'il existe une atrophie glandulaire ou une transformation muqueuse des glandes de la paroi stomacale, le bicarbonate de soude doit rester presque absolument inattaqué dans l'estomac et l'alcalinisation du tube digestif et du sang doit se faire rapidement.

Chez tous les autres malades, bien qu'une partie du bicarbonate soit décomposée dans l'estomac, une autre doit passer dans l'intestin, le séjour des alcalins dans l'estomac étant peu prolongé. Il n'y a donc pas lieu

celle d'une proportion correspondante de chlorure de sodium. (Voy. *Méd. antidyspeptique et reconstituante.*)

J'ai exposé en détail l'année dernière, à propos de la médication antidyspeptique, ce que nous savons de plus précis sur les effets qu'exercent les alcalins, tant à l'état physiologique que chez les malades, sur le processus digestif. Depuis, en continuant l'étude de l'action médicamenteuse du bicarbonate de soude, question sur laquelle je possède actuellement des documents très nombreux et très précis, j'ai vu que le principal effet de la médication alcaline consistait à modifier l'évolution du processus stomacal. Il est impossible de se rendre un compte exact des effets médicamenteux chez les malades quand on ne tient pas compte des troubles évolutifs de la digestion dont j'ai le premier donné une description fondée sur des recherches chimiques. L'ingestion du bicarbonate de soude, et il en est sans doute de même quand on emploie les eaux minérales, a surtout pour résultat, quand elle a lieu loin des repas, d'abréger la digestion gastrique.

Chez les malades qui ont été soumis à ce genre de traitement, alors même qu'on emploie de hautes doses, les chiffres fournis par l'analyse indiquent une excitation du processus digestif. Ce n'est là qu'une apparence à laquelle se sont laissé prendre les expérimentateurs tels que Linossier, qui n'ont pas tenu compte des modifications évolutives. Cette prétendue excitation résulte de ce fait que le processus stomacal ayant marché plus rapidement, le maximum des actes chimiques est atteint plus tôt. En réalité l'usage du bicarbonate de soude diminue toujours la chlorurie et tend à produire une dépression du processus stomacal,

rieurement. Lorsqu'on le fait prendre quelques heures après les repas, il sature le contenu stomacal, coupe court à la prolongation de la digestion et excite l'évacuation gastrique. Il est, par suite, le médicament par excellence de l'état pathologique auquel j'ai donné le nom de dilatation par trouble évolutif.

Les eaux alcalines exercent également une influence sur les sécrétions pancréatique et biliaire, soit par voie réflexe, soit par voie indirecte, après le passage du carbonate dans le sang et augmentation de l'alcalinité des humeurs.

Les effets produits sur le processus nutritif ont donné lieu, vous le savez (voir nos études antérieures sur les alcalins), à des résultats peu concordants.

Il n'y a donc pas encore sur ce point de données physiologiques précises. Mais il est certain que chez les malades, la cure alcaline produit, d'après les faits que j'ai observés, outre la diminution de l'acidité urinaire, une diminution de l'excrétion azotée (urée et azote total) et habituellement aussi de l'acide phosphorique. Ces effets, plus ou moins persistants après la cure, paraissent provenir de l'alcalinisation des humeurs et en conséquence d'une modification du protoplasma cellulaire. Quoi qu'il en soit de l'explication, le fait est indéniable et il consiste en une action modératrice exercée sur la désassimilation des matières albuminoïdes. Disons toutefois que, dans certaines conditions pathologiques, chez des malades non cancéreux, hypoazoturiques, de petites doses de bicarbonate de soude ou d'eau minérale alcaline peuvent, en excitant le processus digestif et en faisant renaître l'appétit, dé-

moins temporaire de l'excrétion azotée.

La cure alcaline favorise peut-être, d'autre part, la combustion des matières hydrocarbonées, à en juger par les résultats qu'on en obtient chez les diabétiques et chez les obèses. Ces divers faits, à peine entrevus, mériteraient d'être étudiés avec plus de soin.

Le passage d'un excès de soude dans le sang et dans les humeurs peut-il produire une désintégration organique, une perte de la plasticité du sang, de l'anémie et des œdèmes, en un mot cet état que Trousseau a appelé « cachexie alcaline »?

Les médecins des stations, notamment de Vichy, ont vigoureusement protesté contre cette opinion. Ils ont cherché à démontrer que les eaux bicarbonatées sodiques sont reconstituantes et même favorables à l'hématopoièse. L'opinion de Trousseau contient, cependant, une part de vérité.

Vous remarquerez tout d'abord que, à l'époque où elle a été émise, la cure de Vichy était généralement plus intensive; que les doses administrées étaient souvent exagérées. Le cri d'alarme poussé par Trousseau a grandement contribué à amener la réforme de la cure interne.

En second lieu, l'opinion de Trousseau vise un certain nombre de faits et non tous. Or, s'il est vrai que l'emploi modéré des eaux de Vichy peut, dans certains cas, se traduire par une action reconstituante — ce qui n'est pas douteux — il est non moins certain, d'autre part, que, même à dose modérée, ces eaux sont nuisibles et absolument contre-indiquées chez un bon nombre de malades qui sont, cependant, envoyés à Vichy ou dans une station analogue.

de grandes quantités d'eau, ils revenaient des stations dans un état lamentable. J'ai été moi-même témoin de faits regrettables, qui auraient pu être évités si l'on s'était rendu compte, avant de prescrire les eaux bicarbonatées fortes, de l'état du tube digestif et de la statique générale de la nutrition. C'est là un point sur lequel j'attire toute votre attention : ces eaux ne doivent pas être prescrites à la légère, et sans les deux principales précautions que je viens d'indiquer.

Une partie des effets de l'eau prise en boisson est attribuable à l'acide carbonique. Elle consiste au début de la cure en une légère ivresse, en une activité plus grande de la circulation ; plus tard en effets de sédation.

Le bain est onctueux, agréable ; il facilite la cure lorsqu'on veut activer les fonctions de la peau et produire sur le système nerveux des effets sédatifs.

Emploi thérapeutique.

Les eaux bicarbonatées sodiques sont employées dans un assez grand nombre d'états morbides : les maladies de l'estomac, les affections du foie, des muqueuses, le rhumatisme, la goutte, le diabète, l'albuminurie, l'obésité, certains états cachectiques.

On envoie à ces eaux tous les malades atteints de forme non organique de dyspepsie (Voy. *Médication antidyspeptique*). Cette pratique est évidemment un peu aveugle. Cependant tous les malades atteints de gastrite chronique pourraient bénéficier, dans une certaine mesure, de la cure par les eaux alcalines, si l'on faisait toujours choix d'une eau appropriée à l'état gastrique et si le mode d'administration de l'eau était subordonné au but à atteindre.

Malheureusement on soumet tous les malades, quel

près uniforme.

A en juger surtout d'après les effets que j'ai obtenus avec le bicarbonate de soude, je crois que les prescriptions doivent être subordonnées à chaque variété clinique de gastrite.

Les eaux bicarbonatées fortes, et surtout les hautes doses de ces eaux, ne conviennent qu'aux malades atteints de gastrite hyperpeptique. Lorsque ces malades auront un retard de l'évacuation gastrique, ce qui est la règle, ils devront prendre l'eau trois ou quatre heures après les repas.

Dans les gastrites se traduisant par un type hypopeptique, on fera choix d'une eau faiblement minéralisée et on fera boire l'eau à jeun, une heure environ avant les repas. Si les malades se rendent aux bicarbonatées fortes, ils devront se contenter de très petites doses.

L'hypopepsie intense et l'apepsie me paraissent contre-indiquer l'emploi des eaux alcalines, à moins que celui-ci ne soit nettement commandé par l'état de la nutrition générale.

On ne doit, en effet, envoyer aux eaux alcalines fortes que les gastropathes azoturiques, et, dans certains cas, on pourrait se laisser guider dans le choix d'une station plutôt encore par l'état des urines que par les symptômes fournis par le tube digestif.

Les affections organiques, c'est-à-dire le cancer, l'ulcère floride, sont des contre-indications formelles à l'emploi des eaux alcalines et surtout des fortes. Quand l'ulcère est ancien, ces eaux peuvent rendre service et ne sont, en tout cas, pas contre-indiquées.

La congestion chronique du foie, la lithiase biliaire sont les affections du foie tributaires de la médication

par les eaux fortes. Les sources thermales de Vichy font à cet égard une sérieuse concurence à celles de Carlsbad, et elles compteraient peut-être de plus nombreux succès encore si les hôteliers s'entendaient avec les médecins, comme à Carlsbad, pour faire suivre aux malades, pendant la durée de la cure, un régime approprié.

On attribue, vous le savez, aux eaux bicarbonatées sodiques, une action fluidifiante sur toutes les mucosités. De là l'emploi de ces eaux dans toutes les inflammations chroniques des muqueuses. Elle se montrent, dans cette circonstance, inférieures aux chlorurées mixtes.

Dans les stations où l'eau est faiblement minéralisée, comme à Andabre (Aveyron), on traite les affections utérines compliquées ou non de névropathie.

Le rhumatisme n'est justiciable de la cure par les eaux bicarbonatées sodiques que dans des cas exceptionnels, encore mal précisés.

Relativement à la goutte, les opinions sont contradictoires.

Les eaux fortes (Vichy, Vals,) paraissent pouvoir modifier la prédisposition à la goutte et retarder les manifestations de la maladie. Elles s'adressent surtout aux goutteux azoturiques (excès d'urée, d'azote total, d'acide phosphorique, d'urates). Quand la goutte est déclarée, elles sont indiquées tant que les urines conservent ces caractères. Mais quand il y a tendance à l'hypoazoturie qui annonce chez le goutteux, la goutte chronique et atonique, il faut recourir aux eaux faiblement minéralisées ou même s'abstenir de ce genre de médicamentation.

La gravelle urique ou oxalique, ainsi que les coliques néphrétiques, sont des manifestations de la même dis-

position générale. Elles pourront être traitées par les bicarbonatées fortes ou faibles (de préférence par les sources froides, telles que Célestins à Vichy). Mais elles sont plus particulièrement encore justiciables des eaux diurétiques dont nous aurons bientôt à parler.

Le diabète est également une des spécialités des eaux bicarbonatées sodiques. La clinique démontre effectivement l'action favorable de Vichy, de Vals, etc. L'explication de cet effet thérapeutique n'est pas encore connue.

On doit peut-être la chercher dans l'amélioration de la digestion des amylacés. L'effet favorable s'observant aussi bien chez les gastropathes hyperpeptiques que chez les hypopeptiques ou même chez les apeptiques, doit se rapporter plutôt à une amélioration de la digestion pancréatico-duodénale que de la digestion gastrique. Il est permis également d'admettre l'intervention d'une amélioration de la fonction hépatique.

La cure par les eaux fortes ne peut convenir qu'aux diabétiques gras, non cachectiques, non tuberculeux.

Les rapports étroits qui existent entre les troubles digestifs et l'apparition de l'albumine dans l'urine nous rendent compte du bénéfice que peuvent tirer certains albuminuriques de la cure par les eaux bicarbonatées sodiques.

Aussi ce bénéfice ne peut-il s'observer que chez certains gastropathes, ou bien encore lorsque l'albuminurie est liée à la présence dans les reins d'infarctus uratiques. La forme parenchymateuse de la maladie de Bright constitue, au contraire, une contre-indication à l'emploi de cette cure, et la néphrite interstitielle n'en peut tirer un certain parti que lorsqu'elle est d'origine uricémique.

On traite encore, dans certaines stations, la cachexie paludéenne et la chlorose dyspeptique.

Dans la cachexie paludéenne avec engorgement du foie et de la rate, il existe aussi des troubles digestifs avantageusement modifiés par l'emploi des eaux. D'autre part, le changement de lieu, les conditions hygiéniques nouvelles, l'emploi des moyens externes jouent ici un grand rôle et sont peut-être les principaux facteurs de la cure.

La chlorose, qui souvent s'accompagne d'un état hyperpeptique peut être parfois traitée avec avantage par les bicarbonatées sodiques ferrugineuses, par exemple par la source de Mesdames à Vichy.

QUARANTE-TROISIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE).

IV. *Alcalino-terreuses ou calciques :* composition, effets physiologiques et thérapeutiques. — V. *Sulfatées sodiques et magnésiennes* ou eaux amères. — VI. *Eaux ferrugineuses.*

MESSIEURS,

Eaux calciques.

Un certain nombre d'auteurs étrangers décrivent sous le nom d'eaux alcalino-terreuses ou calciques une famille d'eaux minérales qui me paraît assez naturelle.

Elle comprend les eaux désignées dans les classifications françaises sous les noms de bicarbonatées calciques et magnésiennes, de sulfatées calciques et de carbonatées ou sulfatées mixtes.

Les eaux calciques offrent des caractères communs assez tranchés. Toutes sont froides, faiblement minéralisées par des principes qui jouent un rôle physiologique si effacé que, pour la plupart, elles pourraient être rangées parmi les indéterminées.

Les avantages que l'on en retire paraissent se rapporter au mode suivant lequel on les administre plutôt qu'à leurs propriétés médicamenteuses.

Leur caractéristique de constitution réside dans le fait de la présence et de la prédominance des sels de chaux en l'absence d'autres principes minéralisateurs. Dans quelques sources on trouve surtout du bicarbonate de chaux et de magnésie ; dans les autres, du

sulfate de chaux ; on pourrait donc admettre des eaux carbonatées calciques et des eaux sulfatées, si, dans beaucoup de cas, elles n'étaient pas à la fois bicarbonatées et sulfatées. Un grand nombre de ces eaux sont rendues gazeuses par une forte proportion d'acide carbonique. Presque toutes servent à une cure interne, dite de lavage.

Eaux alcalino-terreuses ou calciques.

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	BICARB. CHAUX ET MAGN.	SULF. CHAUX.	CO^2	TOTAL.	TEMP.
FRANÇAISES.					
Pougues.... *Saint-Léger.*	2,20		2gr,11	5,500	12°
Contrexéville... *Povillon.*	0,43	1,160	59cc	2,380	10°
Vittel.... *Grande Source.*	0,79	0,410	1739	1,00cc	11°
Capvern................	0,05	1,091		1,604	22°
Aulus..................	0,75	1,400	0gr,11	3,610	18°
ÉTRANGÈRES.			cc.		
Wildungen (Prusse) *George-Victor*............	1,24		1322	1,440	10°
Driburg (Prusse) *Heisterquelle*...............	1,51	1,000	1043	2,720	10°

Parmi les eaux françaises, Pougues mérite une attention particulière, en raison de sa minéralisation relatiment élevée.

On pourrait ajouter à cette liste des eaux moins importantes, telles que Sermaize (Marne), Evian (Haute-Savoie) dont le total des principes n'atteint pas 1 ; Alet (Aude) qui est aussi une eau très peu riche, exportée ; Foucaude (Hérault), Oriol (Isère), Cransac (Aveyron), une des plus minéralisées ; Encausse (Haute-Garonne), fortement sulfatée calcique, etc.

Les sels de chaux jouent un rôle physiologique assez effacé. Il est vrai que les tissus et les humeurs en renferment une proportion notable, mais les aliments en contiennent toujours assez pour nos besoins. Effets physiologiques.

L'action des sels de chaux sur la digestion a été mise en doute. Le bicarbonate serait décomposé dans l'estomac pour former du chlorure de calcium, qui existe d'ailleurs à l'état libre dans certaines eaux, et en outre, du lactate ou des autres sels de chaux. Il ne produirait aucune modification des actes digestifs ; il agirait simplement comme antiacide lorsqu'il est ingéré en proportion suffisante.

Cette question n'est peut-être pas définitivement résolue. En l'étudiant à nouveau, à l'aide des procédés dont nous disposons maintenant, on aura à résoudre diverses questions pratiques.

Il faudra d'abord rechercher l'effet que peut produire l'ingestion de très fortes quantités d'eau faiblement minéralisée, suivant la pratique de quelques stations : Contrexéville, Vittel, Capvern, Evian, etc. En second lieu, il sera nécessaire de se rendre compte des effets que peuvent produire sur les actes digestifs les eaux relativement très minéralisées qui, comme celles de Pougues, renferment jusqu'à 5 p. 1000 de principes fixes. Cette question est d'autant plus intéressante que les recherches chimiques poursuivies par M. Winter indiquent l'intervention des sels de chaux dans la réaction fermentative intra-stomacale.

D'après les malades que j'ai observés, la cure de Pougues produit une légère excitation du processus digestif. Je suis d'accord sur ce point avec Bovet, qui recommande ces eaux aux hypopeptiques. (Voy. *Médication antidyspeptique.*)

Le sulfate de chaux est indigeste ; il rend les eaux sulfatées pures, propres à produire des effets laxatifs. Les sels de magnésie, d'ailleurs peu abondants, agissent dans le même sens, en même temps qu'ils sont antiacides, comme le bicarbonate de chaux.

Cependant plusieurs de ces eaux, voire même des eaux sulfatées calciques pures, peuvent être supportées à très haute dose et déterminer les mêmes effets de lavage que les eaux les moins minéralisées.

Plusieurs d'entre elles, toutefois, agissent en même temps à ces hautes doses sur l'intestin et en facilitent l'exonération.

L'action des eaux calciques sur la nutrition ne diffère pas sensiblement de ce qu'on peut obtenir avec une eau potable. Cette proposition ne me semble pas être démentie par les recherches entreprises par quelques médecins de stations, à Evian et à Vittel.

La réputation très ancienne et universelle de ces eaux dans les affections lithontriptiques permet d'admettre qu'elles possèdent une certaine action dissolvante sur l'acide urique. C'est l'opinion récemment soutenue par L. Lehmann (1889) qui a fait des recherches à l'aide de l'eau du Pavillon (Contrexéville) et de la source bicarbonatée Hélène (Wildungen).

Emploi thérapeutique.

Les maladies justiciables des eaux calciques sont peu nombreuses. Ces eaux ont donc des appropriations très spéciales.

Parmi les gastropathies chroniques, ce sont les affections compliquées de constipation chronique qui paraissent être le plus favorablement influencées par l'usage de ces eaux en général. L'atonie intestinale peut être vaincue, au moins temporairement, dans les stations où l'on boit beaucoup d'une eau de digestion

un peu difficile (Contrexéville). La gastrite chronique se révélant par le type hypopeptique est modifiable à Pougues, où l'on boit relativement peu et où il est rationnel de faire intervenir l'action médicamenteuse. (L'eau de Pougues contient $2^{gr},995$ de bicarbonates divers, de chaux, de soude, de magnésie, de potasse, de lithine et un peu de bicarbonate de fer).

La spécialisation des eaux plus faiblement minéralisées est la gravelle et les affections catarrhales chroniques des voies urinaires.

La cure réussit surtout dans la gravelle urique. Elle comporte l'ingestion à jeun de très hautes doses d'eau. A Contrexéville, par exemple, les malades boivent trois à quatre verres les premiers jours, puis ils atteignent, d'une manière progressive, la dose de huit à dix verres ; plus tard la dose est décroissante. Cette pratique détermine de la diurèse et un effet laxatif. On peut cependant observer, dans quelques cas rares, de la constipation. D'après Treuille l'urine évacuée dépasserait d'un tiers la quantité d'eau bue. Rodet (de Vittel) se borne à dire que la diurèse est proportionnelle à la quantité d'eau ingérée. Il n'est pas rare que l'urine entraîne des graviers.

Lorsqu'il existe une pierre dans la vessie, la cure en fait apparaître les signes caractéristiques et devient ainsi un moyen révélateur.

L'entraînement des corps étrangers au dehors, le lavage des voies d'excrétion amènent une amélioration ou une guérison des complications de la gravelle, soit de la cystite, de la prostatite, de la pyélite.

A Vittel, la grande richesse de l'eau en acide carbonique permet d'obtenir des effets sédatifs lorsque les malades sont irritables. Lorsqu'il existe une inflamma-

tion chronique des voies urinaires, consécutive à la gravelle ou à la pierre, Evian se montre particulièrement utile.

Beaucoup de goutteux ou de simples prédisposés à la goutte sont envoyés dans ces stations avec l'idée qu'un lavage des reins, accompagné d'une plus grande élimination d'acide urique ne peut qu'être d'une grande utilité à ces malades. Les recherches qui ont été poursuivies par Chiaïs, dans ces dernières années, tendent à rendre plus précises ces indications un peu vagues. Dans les stations où l'on boit beaucoup (Evian, Vittel, Contrexéville) la cure produit une augmentation dans l'excrétion d'azote et on devrait, d'après ce médecin, en éloigner les azoturiques. Ce genre de cure conviendrait aux malades hypoazoturiques ou chez lesquels les matières azotées subissent une oxydation incomplète.

Les travaux du genre de ceux de Chiaïs ne sauraient être trop encouragés, car il en faudra un bien grand nombre encore, avant qu'on puisse appuyer sur des bases solides les indications des eaux minérales.

Sulfatées. La cinquième famille des eaux minérales comprend les sulfatées sodiques et magnésiennes.

Les sulfates de soude et de magnésie exercent sur le tube digestif des effets très particuliers, rapportés habituellement aux modifications dans les phénomènes d'osmose déterminés par toutes les solutions salines.

Aussi beaucoup d'auteurs, ainsi que nous l'avons fait remarquer, font-ils des eaux salines une seule et même grande famille. Mais dès que l'on cesse de considérer uniquement les effets produits par les fortes doses de ces matières salines sur l'intestin, pour se

préoccuper des phénomènes qu'on obtient à l'aide des doses modérées, en particulier du côté de l'estomac, on reconnaît alors que les eaux sulfatées constituent un agent médicamenteux tout différent des eaux chlorurées sodiques. Les sulfates de soude et de magnésie peuvent donc servir à distinguer une des familles les plus naturelles.

Cette famille doit être divisée en deux classes bien distinctes. La première est représentée par les sulfatées pures ou eaux amères des Allemands, qui ne sont pas de véritables eaux minérales. La seconde famille comprend les sulfatées mixtes.

Sulfatées pures.

Les sulfatées pures ou eaux amères ne servent qu'à provoquer l'effet purgatif et sont exportées.

En raison de leur richesse plus ou moins grande, elles pourraient être distinguées en fortes et en légères.

Elles sont minéralisées par le sulfate de soude et le sulfate de magnésie, à côté desquels on trouve une plus faible proportion de sulfate de chaux, de carbonate de magnésie, de chlorure de sodium et parfois de l'acide carbonique libre. La plupart sont très fortement minéralisées.

Les plus célèbres, celles de Püllna, Sedlitz, Saidschütz (Bohême), sont obtenues par un procédé artificiel qui en font des eaux de lixiviation. A Püllna, par exemple, les eaux pluviales traversent des couches marneuses, imprégnées de sels divers et viennent s'amasser dans des puits d'environ 3 mètres de profondeur et revêtus de bois. La nature variable de la marne explique la diversité de ces eaux. A Friedrichshall les eaux, qui ont traversé des terrains secondaires renfermant des masses basaltiques, sont également recueillies dans des puits. Elles contiennent

autant de chlorure de sodium que de sulfates amers.

Les eaux de Birmensdorff, où prédomine, comme dans celles de Sedlitz, le sulfate de magnésie, émergent de réservoirs où l'on a découvert des gisements de ce sel, dans le voisinage de couches de gypse.

Eaux sulfatées purgatives.

NOMS DES SOURCES.	SULFATE DE MAGNÉSIE.	SULFATE DE SOUDE.	SULFATE DE CHAUX.	CHLORURE DE SODIUM.	CHLORURE DE MAGNÉS.
FRANÇAISES.					
Montmirail (Vaucluse)	9,3	5,10	0,20		
Miers (Lot).....................		2,67	0,95	0,02	0,70
ÉTRANGÈRES.					
Rubinat-Condal (Espagne)					
Victoriaquelle (Autriche)	32,4	20,90	1,60		
Franz-Josephquelle (Autriche)...	24,6	24,00	1,85		1,67
Hunyadi-Lazlo (Autriche).......	24,2	22,80	1,60		
Hunyadi-Janos (Autriche).......	22,3	22,50		1,30	
Birmensdorff (Suisse)..........	21,1	6,70	0,40		
Sedlitz (Bohême)..............	13,5		1,40		0,40
Püllna (Bohême)..............	12,1	16,10	0,30		2,10
Saidschütz (Bohême)...........	10,9	0,10	1,30		0,30
Friedrichshall (Saxe-Meiningen).	5,1	6,00	1,30	7,69	3,90

La seule eau française qui puisse faire concurrence aux eaux purgatives étrangères est celle de Montmirail-Valqueyras.

Toutes ces eaux fortes sont transportables et peuvent être remplacées par une dose équivalente de sels neutres. Ce sont tout simplement des purgatifs de luxe.

Comme j'ai déjà fait l'étude de ces médicaments, il me paraît inutile d'y revenir ici. Je vous rappellerai simplement que l'abus des eaux purgatives, tout comme celui des purgatifs salins, conduit à la gastrite chronique et à l'apepsie.

La seule station sulfatée pure où la constitution des eaux permette de faire une cure est Miers. Il serait très intéressant de connaître les effets que produisent les eaux de Miers sur la digestion, car le sulfate de soude est incontestablement un des agents stomacaux les plus énergiques.

Il existe dans beaucoup d'eaux minérales une certaine quantité de fer, souvent même assez élevée pour qu'on puisse la considérer comme active : je vous citerai comme exemple, la source Mesdames, à Vichy, qui est, à proprement parler, une source bicarbonatée sodique ferrugineuse (1).

Eaux ferrugineuses.

Mais, sous le nom d'eaux ferrugineuses, on comprend uniquement les eaux dans lesquelles le fer existe en proportion suffisante pour exercer une action thérapeutique, alors que les autres principes minéraux sont à cet égard en proportion négligeable.

D'après Gerdy, partout où il y a du fer très divisé, de l'humus ou des matières végétales en décomposition ou en détritus et de l'eau s'écoulant lentement, il se produit des eaux ferrugineuses.

Le fer qui se trouve en abondance dans l'écorce terrestre, se dissout surtout dans les sources sursaturées d'acide carbonique en contact avec des terrains riches en oxyde de fer; il se produit ainsi un carbonate de protoxyde de fer, qui, en présence d'autres bicarbonates alcalins, forme, ainsi que l'a montré Lefort, des sels doubles solubles.

En outre des eaux ferrugineuses carbonatées, il en existe d'autres minéralisées par du sulfate fer-

(1) La leçon que j'ai consacrée aux eaux ferrugineuses a été publiée par M. P. Tissier dans les *Annales de médecine* (n°14, 5 avril 1893).

reux, ordinairement associé à des sulfates alcalins.

Berzelius a fait voir que diverses sources regardées comme carbonatées sont en réalité minéralisées par du crénate de fer.

On a, d'après ces données, divisé les eaux ferrugineuses en trois classes : bicarbonatées, crénatées et sulfatées. C'est la division admise par Le Bret. Il me paraît suffisant de n'en considérer que deux classes : la première comprenant les eaux bicarbonatées et les eaux crénatées, le bicarbonate et le crénate étant souvent associés ; la seconde classe correspondant aux eaux sulfatées ferrugineuses qui diffèrent assez des précédentes pour qu'on doive les isoler.

Toutes les eaux ferrugineuses sont froides ; un certain nombre de sources thermales usitées en applications externes doivent prendre rang avec les eaux dites *indéterminées*.

Les eaux ferrugineuses sont faiblement minéralisées ; les plus estimées comptent seulement 6 à 7 centigrammes de carbonate par litre ; beaucoup n'en renferment que 3 à 4, ou moins.

Les ferrugineuses sulfatées sont, au contraire, relativement très riches en principes minéralisateurs. Enfin, dans quelques sources on trouve de l'arsenic à l'état d'arséniate de fer.

Dans un bon nombre d'eaux ferrugineuses existe une proportion assez élevée d'acide carbonique qui les rend plus agréables à boire et de digestion plus facile.

Parmi les autres principes que l'on rencontre dans les eaux ferrugineuses, citons les carbonates de chaux, de soude, de magnésie, généralement en petite quantité. Ce sont, en effet, des eaux présentant un chiffre très faible de principes fixes, en moyenne 0,50. Il faut

faire exception pour les sulfatées qui peuvent en renfermer jusqu'à 5 grammes.

Voici un tableau où j'ai réuni les eaux ferrugineuses ; comme elles sont très nombreuses, je me suis limité aux principales.

A. Eaux ferrugineuses carbonatées.

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	CARBONATE DE FER.	CO^2	ÉLÉMENTS SECONDAIRES.
FRANÇAISES.			
La Bauche (Savoie)........	0,14	0,035	Crénate, carbonates de chaux et de magnésie.
Orezza (Corse)............	0,12	1,248^{cc}	
Forges-les-Eaux (Seine-Inf.), s. *Cardinale*............	0,068 (crénate)	0^{gr},22	
Neyrac (Ardèche), s. *des Bains*.	0,014		Bicarbonates alcalins.
Renlaigue (Puy-de-Dôme)..	0,08	1,695^{cc}	Bicarbonates alcalins.
Bussang (Vosges), s. *des Demoiselles*...............	0,029	0^{gr},969	Bicarbonates de soude et de chaux.
Saint-Pardoux (Allier).....	0,02 (crénate)	1,248^{cc}	
ÉTRANGÈRES.			
Kœnig Ottobad (Bavière)...	0,79	cc. 953	Carbonates alcalins.
Elœpatak (Prusse).........	0,29	1,254	Id.
Spa (Belgique), s. *du Pouhon*.	0,19	1,288	Carbonate de soude.
Cudova (Silésie), s. *Trinkquelle*..................	0,11	1,300	
Rippolsdau (Prusse) s. *Wenzelquelle*................	0,11	559	
Schwalbach (Prusse), s. *Stahlbrunnen*...........	0,08	1,570	
Pyrmont (Prusse), s. *Hauptquelle*...................	0,07	1,271	
Saint-Moritz (Suisse), s. *Paracelsusquelle*...........	0,03	1,515	

B. Eaux ferrugineuses sulfatées

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	SULFATE DE FER.	ÉLÉMENTS SECONDAIRES.
Auteuil	0,715	Sulfates divers, sulfate d'alumine et de fer.
Vals (Ardèche) s. *Dominique*		Arsenic.
Parad (Hongrie), *Alaunquelle*	4,400	Sulfates divers.
Hermannsbad (Saxe)	4,180	Sulfates divers.
Roncegno (Tyrol)	2,380	Sulfates divers.
Alexisbad (Prusse), *Selkebrunnen*	0,050	0,10 de chlorure de fer, sulfates divers.

QUARANTE-QUATRIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (SUITE)

Effets physiologiques et emploi thérapeutique des eaux ferrugineuses. — VI. *Eaux indéterminées* : 1° Hydrominérales simples.

Maintenant que nous avons jeté un coup d'œil rapide sur leurs caractères chimiques, occupons-nous des propriétés physiologiques et thérapeutiques des eaux ferrugineuses. Effets physiologiques.

Commençons par la première classe, celle des eaux *bicarbonatées* et *crénatées :*

Ce sont des eaux claires, transparentes, inodores, à goût astringent, rappelant celui du fer, mais corrigé par la présence d'acide carbonique.

On admet que l'ingestion de ces eaux détermine les effets de l'absorption du fer médicamenteux, je pourrais donc vous répéter ici tout ce qui a été dit à propos de ce médicament, que j'ai étudié antérieurement en détail à propos de la médication de l'anémie.

Il n'a pas été fait jusqu'ici de recherches spéciales sur l'absorption du fer des eaux minérales, ni sur les effets que peuvent déterminer ces eaux sur le processus digestif. C'est là une des nombreuses lacunes qu'il serait important de combler pour compléter l'étude précise de l'action des eaux minérales.

Les eaux *sulfatées* qui renferment des sulfates alcalins, de l'alun, et parfois de l'arsenic (*Dominique*

de Vals) présentent un goût astringent plus prononcé et ne peuvent être prises qu'avec certaines précautions et, en général, diluées. Il serait intéressant aussi de connaître les effets qu'elles peuvent produire sur le tube digestif.

On emploie encore les eaux ferrugineuses sous la forme de bains. Il s'agit en réalité d'une dissolution d'acide carbonique ; ces bains produisent des effets différents des bains gazeux d'acide carbonique libre. Ils doivent être placés parmi les plus excitants.

Emploi thérapeutique.

Le fer étant le médicament spécifique de la chlorose, on prescrit souvent aux chlorotiques des eaux ferrugineuses transportables ou bien on les envoie faire une cure dans une station ferrugineuse. Que faut-il penser de cette pratique?

Chlorose.

La première question est de savoir si l'on peut guérir ainsi la chlorose. Or, d'après ce que j'ai observé et de l'aveu même des médecins qui ont publié des traités sur les eaux minérales, Le Bret notamment, la cure aux eaux ferrugineuses ne guérit pas la chlorose. J'ajoute que souvent même certaines malades reviennent aggravées. Examinons pourquoi ces eaux, qui renferment du fer, échouent. En voici les principales raisons :

La première tient aux conditions de *digestibilité* des eaux. Or, les eaux ferrugineuses sont d'une digestion assez difficile. Caulet, médecin distingué, qui a exercé à Forges, a fait sur ce point les remarques suivantes. Il distingue les buveurs en deux catégories : ceux qui digèrent l'eau et ceux qui la tolèrent peu ou mal (il s'agit de l'eau ingérée à jeun).

Chez les derniers on note de la pesanteur d'estomac, puis bientôt un état saburral et de la constipation ; les

selles prennent et conservent une coloration noire caractéristique. Chez ceux qui digèrent en apparence l'eau de Forges, il se produit cependant quelques phénomènes dignes d'être remarqués : ce sont des troubles congestifs vers la tête, assez prononcés pour exiger des pratiques révulsives destinées à les modérer, puis un réveil de l'appétit allant parfois jusqu'à la boulimie. Il y a de la diurèse et les selles conservent leur coloration normale, ce qui indiquerait l'absorption du fer. Cependant, si l'on exagère les doses, la coloration noire des matières fécales apparaît. Enfin, au bout de quelque temps, la continuation du traitement amène une saturation se traduisant par des troubles généraux, de la fatigue, de la courbature, du malaise, de la céphalalgie, du dégoût et souvent par des éruptions furonculeuses ou acnéiques.

Il faut interpréter cette très intéressante étude sous la forme suivante :

Les eaux minérales ferrugineuses exercent une action incontestable et marquée sur le tube digestif. Dans le cas où elles paraissent être digérées, ce qui ne représente pas la règle générale, elles ne tardent pas à susciter des phénomènes d'intolérance.

Or, toutes les chlorotiques présentent des modifications dans leurs digestions et la plupart d'entre elles ne digèrent pas ou digèrent mal les eaux ferrugineuses.

Un des plus distingués médecins de stations, le Dr Scheuer, a parfaitement reconnu que beaucoup de chlorotiques ne digéraient pas les eaux de Spa. Il attribue ce fait à la dilatation de l'estomac, état qui, à l'époque où il écrivait, était considéré comme une maladie tenant sous sa dépendance presque toutes les dyspepsies. Or, la dilatation n'est qu'un des symptômes

de la gastropathie des chlorotiques. Cette dernière est le plus habituellement une hyperpepsie plus ou moins accentuée, avec augmentation des sécrétions et lenteur des digestions, état ne s'accommodant ni du fer, ni des boissons prises à jeun en dehors des repas.

J'arrive maintenant à d'autres considérations. La deuxième cause de l'insuccès des eaux ferrugineuses doit être attribuée, d'après moi, à la faible intensité de *leur action médicamenteuse*. Les chlorotiques ont, en effet, besoin, pour réparer leur sang, de fixer une quantité de fer relativement très élevée.

Il faut bien savoir que dans la chlorose nettement accusée le déficit en fer du sang est très considérable. On peut évaluer à 3 grammes le fer contenu dans la masse totale du sang chez l'adulte. Ce chiffre descend dans la chlorose avec anémie moyenne à la moitié, 1gr,50, c'est-à-dire qu'il y a un déficit de 1,50; dans la chlorose avec forte anémie, il s'abaisse à 1 gramme et même à 0gr,75 ; le déficit à combler (2 grammes et 2gr,25) est donc très élevé. C'est là une donnée physiologique des plus intéressantes. Les eaux ferrugineuses les plus minéralisées ne contiennent que 0,07 de fer, c'est-à-dire une très faible proportion et encore n'en donne-t-on jamais 1 litre par 24 heures. Elles sont par suite incapables de fournir une quantité de fer suffisante, en admettant même que tout le fer qu'elles contiennent soit absorbé et fixé par le sang, ce qui est loin de se réaliser.

Les préparations pharmaceutiques convenables sont supérieures : elles offrent l'avantage de permettre l'introduction d'une quantité plus grande de fer et d'être supportées pendant un temps plus long, c'est-à-dire jusqu'à ce que la réparation du sang soit complète.

Aussi, ai-je vu des malades revenir à peine améliorées des stations ferrugineuses et au bout d'un temps très court présenter une rechute complète.

La troisième raison de l'insuccès des cures faites aux eaux ferrugineuses tient à ce que les conditions extrinsèques, réalisées dans les stations, sont ici plus nuisibles qu'utiles.

Tandis que, dans un grand nombre d'états morbides, la cure hydrominérale agit favorablement, grâce aux conditions extrinsèques ressortissant à l'emploi des moyens externes, au changement d'air, à l'exercice, au changement de régime, etc., dans la chlorose ces divers facteurs jouent un rôle effacé, ou plutôt, ils exercent dans la plupart des cas, des effets plus nuisibles qu'utiles.

Ainsi, la plupart des chlorotiques sont neurasthéniées ; non seulement elles ne peuvent supporter les exercices et la fatigue, mais encore le repos absolu leur est nécessaire, pendant un certain temps, au début de la cure. D'autre part, en raison de leur état dyspeptique, presque toutes doivent être soumises à un régime très sévère, qui diffère essentiellement de celui qu'on trouve dans les hôtels.

Enfin, la balnéation, l'hydrothérapie sont des moyens qui ne doivent intervenir qu'à une époque où la réparation du sang est déjà en bonne voie, lorsque les forces sont revenues, que la réaction est possible.

L'expérience déjà longue que j'ai acquise sur ce point me permet de poser des conclusions précises :

La chlorose guérit mieux à domicile que dans les stations soit climatériques, soit ferrugineuses. Dans un bon nombre de cas où l'on avait vainement essayé les médications réputées utiles : cure aux eaux, cure

marine, cure hydrothérapique, etc., j'ai réussi facilement et assez rapidement sans éloigner la malade de son milieu habituel.

Puisque l'occasion se présente de revenir sur le traitement de la chlorose, dont je me suis occupé déjà plusieurs fois, je vous résumerai de nouveau les principales règles du traitement auquel je me suis arrêté.

Étant donnée une chlorose bien accentuée, la première chose à faire est d'imposer le *repos absolu*, au lit, pendant deux à trois semaines. Ce repos est d'autant plus nécessaire que l'anémie est plus prononcée et l'état neurasthénique plus marqué.

En second lieu, on instituera un *régime alimentaire sévère*, réglé d'ailleurs par l'état stomacal, qui devra toujours, autant que possible, être déterminé par l'analyse du suc gastrique. Le régime qui convient dans la plupart des cas consiste en lait et viande crue. C'est celui qui est indiqué, du reste, par l'état hyperpeptique, habituel dans la chlorose.

Le repos complet et le régime sont acceptés avec reconnaissance par les malades, qui, presque toujours, ont été fâcheusement surmenées par des exercices mal entendus, péniblement supportés et par une alimentation trop abondante qu'elles ne peuvent digérer. Ces deux moyens à eux seuls suffisent déjà pour amener une certaine amélioration.

Lorsqu'au bout de huit jours, l'état dyspeptique, révélé par la palpation, par la percussion, par la recherche du bruit de clapotage, par l'analyse chimique, etc., est celui que l'on trouve habituellement en pareil cas, c'est-à-dire un degré léger ou moyen d'hyperpepsie, avec digestion ralentie et dilatation par

trouble évolutif, moyennement développée, on peut immédiatement administrer le fer. Vous savez que la préparation à laquelle je donne la préférence est le protoxalate (oxalate de protoxyde de fer), facilement solubilisé en présence de l'acide chlorhydrique du suc gastrique. Je le prescris à la dose de 20 à 40 centigrammes, au moment des repas.

Cette préparation ne constipe pas. S'il existe de la constipation, on la combattra par des laxatifs mécaniques, tels que les graines mucilagineuses, ou par des lavements. Le régime est maintenu, mais peu à peu, à mesure que l'amélioration fait des progrès, on revient à une alimentation plus normale.

Au bout de quinze jours à un mois, suivant les cas, les malades ont repris des couleurs, recouvré leurs forces et sont en état de se lever ; on aura soin de procéder encore ici d'une façon progressive. Bientôt, elles peuvent faire de petites promenades à l'air et en cinq ou six semaines, la guérison est très avancée sinon parachevée.

Dans les cas où l'état gastrique est très accusé, le traitement de la chlorose est plus difficile : on peut avoir à traiter deux états opposés, soit une hyperpepsie avec hyperchlorhydrie et dilatation prononcée, peut-être même compliquée d'ulcère, soit un état opposé, une gastrite chronique à type hypopeptique relevant de diverses causes : régime mal entendu, usage de médicaments dépressifs de l'activité stomacale, etc.

Dans ces deux cas, les malades sont surtout des dyspeptiques, et avant d'être soumises au fer qui serait mal toléré, elles doivent être traitées pendant un certain temps comme des dyspeptiques simples. Le fer ne doit intervenir qu'au moment où l'on a obtenu

une amélioration suffisante de l'état gastrique. Je vous renvoie sur ce point à mes leçons de l'année dernière.

Lorsqu'on se trouve en présence d'hypopepsie persistante, on s'aidera de l'administration de l'acide chlorhydrique pour obtenir la digestion du fer, et alors on donnera le fer avant le repas, l'acide chlorhydrique après.

Ce mode de traitement ayant toujours été, entre mes mains, couronné de succès, je vous le recommande en toute confiance.

Nous pouvons donc distraire des indications des eaux ferrugineuses, la chlorose et notamment la chlorose avec dyspepsie accentuée, forme d'ailleurs très commune.

Il n'en faut pas conclure que les eaux ferrugineuses soient sans utilité dans les anémies ou même dans certaines chloroses atténuées ou déjà modifiées par un traitement à domicile ; mais les indications qui se rattachent à ces divers cas sont peu nettes et peuvent dépendre de circonstances fort variables. Elles resteront obscures, à mon avis, tant que les médecins de stations n'auront pas déterminé, avec plus de précision, les effets physiologiques et pharmacothérapiques de leurs eaux, notamment en ce qui concerne les phénomènes qui se produisent du côté du tube digestif.

Dyspepsie. D'après les observations cliniques recueillies dans les stations d'eaux ferrugineuses, certaines formes de *dyspepsie* paraissent s'accommoder de la cure ferrugineuse, particulièrement celles qui se compliquent de diarrhée chronique. Aussi les médecins de Forges, ceux des stations étrangères, réclament-ils la clientèle des dyspeptiques, particulièrement des dyspeptiques anciens et affaiblis.

Dans ces cas, l'air, l'exercice, la balnéothérapie, l'hydrothérapie ont une part d'action évidemment importante ; mais ce qui nous manque, c'est la caractéristique précise des faits dans lesquels les eaux ferrugineuses peuvent être utiles, au même titre ou peut-être plus que d'autres.

Je ne serais pas étonné que plus tard on indiquât la gastrite chronique ou hypopeptique avec ou sans transformation muqueuse de l'appareil glandulaire de l'estomac, comme étant la forme justiciable de cette médication.

Comme autre indication des eaux ferrugineuses, citons les anémies post-hémorragiques, les anémies consécutives aux suites de couches, aux traumatismes, les anémies des convalescents, toutes circonstances dans lesquelles la réparation du sang tend à se faire spontanément et n'exige pour marcher convenablement que de bonnes conditions hygièniques. Anémie secondaire

Mentionnons encore les affections utérines : la dysménorrhée, les métrorragies entretenant une anémie secondaire. Dans ces conditions, l'indication n'est pas de guérir l'anémie, mais d'en faire disparaître la cause, et, à cet égard, les eaux ferrugineuses sont inférieures à beaucoup d'autres.

Enfin, les névropathes, certains rhumatisants chroniques se rendent à des stations rangées parfois parmi les ferrugineuses : ils vont y chercher une médication externe, dont il sera question avec les eaux indéterminées.

En résumé, les eaux ferrugineuses pures, celles qui s'emploient à l'intérieur, en boisson, ne répondent pas encore à des indications bien précisées : ou bien elles sont inutiles ou tout au moins insuffisantes, comme dans la chlorose vraie, ou bien elles agissent à la façon

de toute cure hydrominérale vulgaire : c'est-à-dire surtout par les conditions extrinsèques.

Aussi n'y a-t-il pas lieu d'insister pour le moment sur la spécialisation des diverses stations.

Rappelons, toutefois, que les eaux *sulfatées* semblent être appropriées surtout au traitement des diarrhées chroniques, quelques médecins disent aussi du catarrhe gastrique chronique et de l'ulcère stomacal. Ces dernières assertions auraient besoin d'être appuyées sur des bases plus solides.

Eaux indéterminées.

Sous les noms d'*eaux indéterminées* (Durand-Fardel), hydrominérales simples (Le Bret), ou d'autres encore, on désigne les eaux faiblement minéralisées, qui paraissent agir surtout en raison de leur mode d'administration et le plus souvent aussi de leur thermalité. Je rattacherai à cette famille les acidules gazeuses de quelques auteurs.

Elle comprendra donc deux classes : les *hydrominérales simples*, thermales ou non thermales, servant surtout ou exclusivement à la cure externe ; les *acidules gazeuses*.

Les hydrominérales simples sont des eaux dont la température varie de 19 à 80° ; elles sont le plus souvent thermales.

Elles sont en général faiblement minéralisées ; parfois même moins riches en principes fixes que l'eau potable.

Les corps qu'on y rencontre sont surtout le carbonate de soude et le chlorure de sodium ; l'absence de chaux et de magnésie leur donne une grande douceur, qu'elles soient prises en boisson ou employées en bain. Les gaz qu'on y trouve dissous sont l'oxygène et l'azote ; l'acide carbonique y est très peu abondant.

Parfois on y dénote des traces d'acide sulfhydrique et de matières organiques. Enfin signalons l'existence dans quelques-unes de petites traces d'arsenic, de lithine, de métaux et notamment de fer.

Effets physiologiques.

La caractéristique de ces eaux consiste dans l'impossibilité de rattacher nettement à une action médicamenteuse (action chimique) les effets thérapeutiques qu'on en obtient. La plupart des hydrologues regardent, cependant, ces eaux comme différentes des eaux potables. Ils leur accordent une action physiologique et une vertu thérapeutique particulières, distinctes de celles qu'on obtiendrait avec des eaux quelconques.

Mais à quels facteurs doit-on rapporter ces effets? Nous avons déjà examiné cette question et nous avons vu qu'à cette occasion on a invoqué l'état électrique des eaux minérales. Cet état électrique, dont la valeur est peut-être grande, ne doit pas nous faire négliger les autres facteurs physiques ou mécaniques susceptibles d'avoir une part importante dans les résultats thérapeutiques. En tout cas, la thermalité paraît être souvent le plus actif de ces facteurs. D'autre part, dans certaines stations, les installations balnéaires paraissent contribuer par l'originalité de leur disposition aux succès obtenus. Parfois interviennent les limons ou bien encore des méthodes particulières de balnéation, telles que l'immersion prolongée, le bain à eau courante.

Il paraît donc assez probable que, tout au moins dans un certain nombre de cas, le bénéfice de la cure doit être rapporté, non à un effet physico-chimique spécial, mais à la mise en œuvre de procédés spéciaux d'application.

Ajoutons que souvent aussi le climat et les conditions adjuvantes, dont nous avons déjà parlé, à propos

du traitement hydrominéral considéré en général, interviennent comme facteurs très importants dans un certain nombre de stations et particulièrement dans les stations de montagne.

Eaux indéterminées.

NOMS DES STATIONS	TEMPÉRAT.	TOTAL	ALTITUDE
FRANÇAISES.			
Aix (Bouches-du-Rhône)..........	20-36°	0,37	204m
Sail-les-Bains (Loire)... *s. Duhamel.*	34	0,42	250
Ussat (Ariège)......................	32-40	1,27	428
Mont-Dore (Puy-de-Dôme).........	10,5-44	1,60	1046
Bains (Vosges)....................	24-48	0,50	306
Bagnères-de-Bigorre(Htes-Pyrénées)	20-50	2,25	556
Luxeuil (Haute-Saône)............	28-52,5	0,54	404
Néris (Allier).....................	43-58	1,26	260
Dax (Landes)......................	43-64	1,02	40
Plombières (Vosges)..............	26-68,6	0,32	621
Chaudes-Aigues(Cantal)...........	31-82	0,67	650
La Malou (Hérault)...............	21,5-48	0,50-1,75	
Saint-Amand (Nord)..............	23	1,50	
Barbotan (Gers)..................	21-35	0,131	
Saint-Christau (Basses-Pyrénées)...	13,5-14	0,30	300
ÉTRANGÈRES.			
Badenweiler (Forêt Noire).........	26,4	0,33	422
Schlangenbad (Hesse-Nassau)......	28-32	0,33	313
Ragatz (Suisse)..................	35,3	0,29	521
Pfaeffers (Suisse)...............	37,5	0,29	605
Römerbad (Styrie)................	37	0,08	237
Wildbad (Würtemberg)............	33,7-39,5	0.54	430
Lippspringe (Prusse).............	21	2,40	
Inselbad (Prusse)................	18	1,38	
Weissenbourg (Suisse)............	26	1,39	878
Bormio (Italie)..................	33-41	0,98	1448
Bath (Angleterre)................	42-47	1,9	
Gastein (Autriche)...............	43-48,7	0,32	1047
Tœplitz (Bohème).................	28-49	0,64	220
Louèche (Suisse).................	57	1,9	1300

Le nombre des stations appartenant à cette famille est très élevé; il pourrait être encore accru, car diverses eaux, rangées dans d'autres familles, y figureraient peut-être avec raison.

Mais, d'autre part, vous vous étonnerez peut-être d'y trouver des eaux d'une certaine richesse de minéralisation (Bagnères-de-Bigorre, Lippspringe). Ce fait s'explique par la définition même que nous avons adoptée. Toutes les eaux usitées en applications externes, alors même qu'elles sont assez fortement minéralisées, ne peuvent trouver place ailleurs. Telle est la raison pour laquelle nous y rangeons La Malou, Saint-Amand et Saint-Christau.

Je n'ai pas à m'étendre sur les effets physiologiques et thérapeutiques qui peuvent être obtenus à l'aide des eaux indéterminées. Il me faudrait répéter ici ce que je vous ai déjà dit à propos de la cure hydrominérale considérée en général.

On peut, suivant les moyens dont on dispose, suivant la thermalité et peut-être aussi suivant les qualités physiques des eaux, provoquer soit des phénomènes d'excitation, soit des phénomènes de sédation.

Souvent on n'arrive à ce dernier résultat qu'après avoir franchi, au début de la cure, une période d'excitation plus ou moins intense. C'est là ce qui se passe, par exemple, à Néris.

De même que les hydrominérales simples n'ont pas de caractéristique chimique, c'est-à-dire médicamenteuse, de même elles manquent de spécialisation d'effets. Considérées dans leur ensemble, elles sont appropriées à la cure de toutes les maladies chroniques; elles s'adressent à la clientèle la plus étendue. Emploi thérapeutique.

Cependant, quand on considère les diverses stations

rangées dans cette grande famille, on reconnaît certaines spécialisations qui proviennent parfois simplement des pratiques particulières adoptées dans ces stations.

Rhumatisme. Parmi les maladies justiciables de ce genre de cure il faut citer en première ligne le rhumatisme sous toutes ses formes.

La plupart des stations thermales peuvent être utilisées dans ce cas, mais elles ne doivent pas être mises toutes sur le même rang. On doit choisir celles dont les aménagements sont les meilleurs et tenir compte des diverses formes du rhumatisme. Malheureusement, relativement à ce dernier point, dont vous comprenez toute l'importance, les données empiriques. recueillies jusqu'à présent dans les stations, sont loin de pouvoir nous renseigner d'une manière satisfaisante.

Quand le rhumatisme est aigu, franc et qu'il procède par poussées ne laissant pas après elles de lésions articulaires, le traitement thermal est, en général, d'une utilité restreinte. Cependant quand il n'y a pas de lésions cardiaques ou bien lorsque celles-ci sont légères, on peut tenter de modifier la disposition au rhumatisme. Les malades devront être adressés, dans ces cas, aux stations dont les eaux produisent une action sédative ou hyposthénisante. Citons parmi celles que l'on peut choisir Châteauneuf (placée dans la classe des bicarbonatées faibles, mais où la cure consiste presque uniquement dans le bain de piscine), où l'on obtient de très bons résultats ; mais qui est malheureusement une station dépourvue de confort ; Bains-en-Vosges ; Aix-les-Bains (placée parmi les sulfureuses), Bourbon-Lancy (placée parmi les chlorurées).

Aux diverses formes de rhumatisme chronique on peut opposer des stations nombreuses et d'une grande efficacité.

Les sujets très irritables, ayant besoin d'être calmés, peuvent être envoyés à Néris, Plombières, Bagnères-de-Bigorre, Bourbon-Lancy, ou bien dans certaines stations étrangères, telle que Ragatz-Pfeffers, etc.

Néris est la principale station française. Elle jouit d'un climat salubre et on y met en œuvre diverses pratiques externes qui paraissent avoir une certaine importance.

L'eau de Néris, qui est chaude, est ramenée à 38° par la réfrigération que procure le passage d'un courant d'eau froide dans un tuyau enveloppant la conduite d'eau minérale. A l'air elle descend à la température de 34°.

La cure consiste dans l'emploi, d'une manière assez continue, de bains tièdes de 32 à 33°. Autrefois ces bains étaient très prolongés ; actuellement ils atteignent rarement 4 à 5 heures de durée.

La cure d'abord excitante doit finalement procurer de la sédation.

Plombières, une des stations les plus importantes, en raison de la grande abondance des eaux et de la bonne installation des établissements, convient aux malades sanguins ou irritables. La cure y est particulièrement utile dans les formes douloureuses et encore mal précisées des manifestations auxquelles on donne le nom de rhumatisme chronique viscéral.

Dans les formes atoniques du rhumatisme chronique, quand on ne redoutera pas une forte stimulation, on pourra fixer son choix sur les stations de Dax, Saint-Amand, Barbotan, en France, de Gastein, etc., à l'étranger.

Dax, dont il a déjà été question à propos des bains de boue, convient d'une manière particulière dans les cas où le rhumatisme prend une forme fixe chez un sujet lymphatique. Les bains de boue de Saint-Amand et de Barbotan sont peut-être moins actifs.

Gastein est une station remarquable. Avec une eau d'une minéralisation nulle, on y obtient des effets très sensibles. On y fait prendre des bains très courts dans des baignoires ou de petites piscines dont l'eau est à la température de 37 à 38°. Les malades éprouvent d'abord du bien-être, leur appétit augmente, leur moral est satisfait; mais du vingtième au vingt-cinquième jour, ils sont pris de divers troubles morbides consistant en horripilations dans le bain, frissons, nausées, puis agitation, insomnie, inappétence ou même embarras gastrique avec soif, fièvre légère et éréthisme nerveux. Le résultat de la cure se traduit par un remontement général des forces.

Je mentionnerai encore, parmi les stations étrangères appropriées à la cure du rhumatisme chronique, Tœplitz-Schönau, Louèche et Wildbad.

Toutes les affections nerveuses qui paraissent se rattacher à cette même maladie, névralgies, viscéralgies, paralysies dites rhumatismales, sont traitées dans les mêmes stations.

Goutte. A côté du rhumatisme chronique vient se placer la goutte ancienne atonique qui réclame l'emploi des mêmes moyens. Les stations de choix sont, dans ce cas, Châteauneuf, Tœplitz, Bath, etc.

Névropathies. La plus forte clientèle des indéterminées est peut-être celle que fournissent les névropathies de tous genres. Les stations les plus réputées dans le traitement des névroses sont Néris, Dax, Ussat, La Malou, Gastein.

A Néris on traite particulièrement l'hystérie.

Gastein a acquis une réputation dans la cure des formes dépressives des névroses. On y obtient des résultats remarquables dans l'épuisement du système nerveux, consécutif aux fatigues cérébrales, dans l'affaiblissement résultant des excès vénériens, dans l'hypochondrie, l'insomnie persistante, la spermatorrhée, en un mot dans les diverses formes de la neurasthénie, et particulièrement de la neurasthénie primitive, non symptomatique d'une affection viscérale.

Les névropathes irritables, excités, éprouvent à Dax des effets sédatifs, dus autant peut-être à la constance de la température du milieu dans lequel ils vivent, qu'aux procédés balnéaires auxquels ils sont soumis.

A Ussat, dans l'Ariège, station située à 428 mètres d'altitude, on fait usage surtout de bains frais qui procurent un effet sédatif très prononcé.

Les eaux indéterminées qui possèdent des propriétés topiques et se prêtent à des applications externes spéciales attirent une forte clientèle de malades atteints d'affections chroniques de la peau. Maladies de la peau.

Les affections suintantes (eczéma, impétigo) sont traitées à Louèche-les-Bains, et à Avène.

Dans la première, située à 1450 mètres d'altitude, les malades sont soumis à une cure toute spéciale. Cette cure consiste en bains de piscine, d'une durée progressivement croissante, pris à la température réglementaire de 34°,8. On reste d'abord une demi-heure à une heure dans la piscine et on arrive peu à peu à y séjourner cinq à six heures par jour en deux séances. Après le bain, on se couche une demi-heure ou davantage. Quand la poussée déterminée par cette balnéation a eu lieu, le malade est « débaigné », c'est-à-dire soumis

à des bains d'une durée progressivement décroissante.

La poussée consiste en un érythème plus ou moins généralisé, se compliquant parfois de la production de pustules et s'accompagnant d'une fièvre plus ou moins vive. Quand la poussée fait défaut, la cure réussit rarement. Ce traitement, qui convient surtout dans l'eczéma et l'impétigo, donne parfois aussi de bons résultats dans l'acné et le psoriasis.

Les affections cutanées sèches sont traitées à Néris, Plombières, Bagnères-de-Bigorre, Saint-Amand.

Dyspepsie.

On prescrit encore souvent la cure par certaines eaux indéterminées aux dyspeptiques se plaignant de phénomènes douloureux (gastralgie ou entéralgie).

Il faut se rappeler que ces symptômes sont le plus souvent sous la dépendance d'une affection organopathique qui devra tout d'abord être reconnue et traitée. L'emploi des procédés balnéaires et hydrothérapiques c'est-à-dire, en somme, de moyens révulsifs parfois puissants, est d'ailleurs souvent indiqué dans les formes chroniques anciennes des maladies du tube digestif, et les résultats qu'on obtient dans certains cas, à Plombières ou dans des stations analogues, sont souvent dus autant aux effets résolutifs de la cure qu'à une action plus ou moins indéterminée exercée sur le système nerveux.

Maladies des organes génito-urinaires.

Enfin signalons, pour terminer, l'application des eaux en question à la cure des affections des organes génitaux urinaires.

Les maladies utérines présentant encore des phénomènes sub-inflammatoires et compliquées d'une grande irritabilité nerveuse, peuvent être modifiées par Néris et Ussat. Dans les formes anciennes, asthéniques, on choisit de préférence Plombières, Bagnères-de-Bigorre, Bagnoles-de-l'Orne, Avène, Bourbon-Lancy.

QUARANTE-CINQUIÈME LEÇON

EAUX MINÉRALES (FIN).

Eaux indéterminées (suite) : 2° Acidules gazeuses. — Deuxième section. Eaux dont l'effet thépapeutique semble se rattacher à plusieurs principes. 1° Sulfurées chlorurées et chlorurées sulfurées; 2° Chlorurées bicarbonatées; 3° Sulfatées mixtes; 4° Groupes complémentaires : eaux arsénicales, iodo-bromurées, lithinées, azotées.

Messieurs,

Acidules gazeuzes.

On donne le nom d'eaux acidules gazeuses à des eaux pauvres en principes fixes, mais riches en acide carbonique libre. Le carbonate de soude, le chlorure de sodium, le carbonate de chaux en sont les principaux éléments. L'acide carbonique y varie dans la proportion d'environ 500 à 1500 centimètres cubes.

La plupart de ces eaux sont froides ; quelques-unes, en Auvergne, ont une température d'une certaine élévation.

Presque toutes possèdent un goût agréable et piquant, résultant de la présence et du dégagement d'une proportion plus ou moins forte d'acide carbonique.

Effets physiologiques.

Les propriétés qu'elles peuvent présenter se rattachent à ce gaz. On admet que ces eaux stimulent l'estomac. L'excitation stomacale serait générale ; elle porterait à la fois sur la muqueuse et ses glandes, sur les nerfs, sur les muscles. Il serait intéressant de chercher à appuyer cette opinion sur l'expérimentation.

L'acide carbonique ingéré est en partie éliminé, en partie absorbé. La proportion absorbée serait, d'après Quincke, fort minime, à cause de la tension élevée de l'acide carbonique du sang. Cette absorption est cependant démontrée par ce fait, à savoir que l'usage des boissons gazeuses et spécialement de celles qui renferment du gaz fixe (bicarbonatées gazeuses), détermine quelques phénomènes d'ivresse. Les boissons gazeuses sont, en outre, diurétiques. Quincke explique cette propriété par l'accroissement dans la vitesse d'absorption de l'eau en présence de l'acide carbonique.

Toutes ces eaux sont des boissons de table agréables, pouvant être utiles chez les gastropathes se plaignant de nausées, d'inappétence. Elles paraissent pouvoir abréger la durée des digestions. Possèdent-elles en outre des propriétés antifermentescibles? Nous n'en savons rien, et je dois vous faire remarquer que l'étude des effets physiologiques et pharmacothérapiques déterminés par l'usage passager ou prolongé de ces boissons gazeuses, d'ailleurs fort usitées, n'a pas encore été faite. C'est une des nombreuses lacunes à combler dans le sujet dont nous nous occupons.

Les bains d'eaux gazeuses déterminent une stimulation cutanée qui vient prendre une place intermédiaire entre celle qui résulte de l'emploi des bains salés et celle qui est due à la thermalité élevée de l'eau. Ils ne suscitent pas d'action centrale évidente; du moins, leurs effets cardiaques sont insensibles. Il n'y a d'ailleurs pas d'absorption par la peau de l'acide carbonique dissous dans l'eau du bain.

Nous devons, pour être complet, signaler l'existence d'eaux gazeuses artificielles qui sont débitées en grande quantité et vendues souvent sous le nom et sous l'éti-

quette des eaux naturelles. Durand-Fardel a fait remarquer que ces eaux artificielles ne retiennent pas l'acide carbonique avec la même force que les eaux naturelles. Il s'élève, avec raison, contre l'usage abusif de ces eaux, qu'elles soient naturelles ou artificielles. Mais il reste à savoir, comme je le disais tout à l'heure, en quoi et comment elles peuvent être préjudiciables.

Acidules gazeuses.

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	CO^2 libre.
FRANÇAISES.	cc.
Desaignes (Ardèche)	1525
Saint-Galmier, source *Noël*	1520
Saint-Pardoux (Allier)	1248
Châteldon (Puy-de-Dôme)	1165
Bussang (Vosges), s. de *la Salmade*	700
Condillac (Drôme)	400
ÉTRANGÈRES.	
Schwalbach (Prusse), *Lindenbrunnen*	1590
Appollinaris (Prusse)	1521
Reinerz (Prusse) *Kaltequelle*	1465
Wildungen (Waldeck) *Georg-Victorquelle*	1322
Cudowa (Silésie), *Oberbrunnen*	1298
Passug (Suisse) *Belvedraquelle*	1076
Fidéris (Suisse)	686

A côté des eaux où prédomine l'action d'un principe médicamenteux, il en existe un assez bon nombre d'autres fort intéressantes dont les propriétés thérapeutiques semblent bien devoir être attribuées à plusieurs principes à la fois. Ces eaux peuvent être rangées en un petit nombre de groupes assez nettement caractérisés dont l'étude est habituellement rattachée

Eaux mixtes ou complexes.

à celle des eaux relativement simples. Nous en avons donné la liste à propos du classement des eaux minérales.

Sulfurées chlorurées et chlorurées sulfurées.

Le premier de ces groupes est formé par les sources dans lesquelles on rencontre des proportions actives de principes sulfureux et de chlorure de sodium. Quelques auteurs décrivent à propos des eaux sulfureuses des sulfurées chlorurées et à propos des chlorurées, des chlorurées sulfurées. L'ordre que j'ai adopté me permet de faire un seul groupe de toutes ces eaux.

Le chlorure de sodium existe en faible proportion dans un grand nombre de sulfurées. Il n'y joue, en général, aucun rôle ; mais quand il y atteint une proportion supérieure à un gramme par litre, on peut le considérer comme apte à prendre part à l'action médicamenteuse. Dans certaines sources la proportion de sel devient tellement prédominante que l'eau présente surtout les propriétés thérapeutiques des chlorurées sodiques. Ce fait s'observe surtout dans les eaux étrangères et c'est pour le caractériser qu'on a donné à ces eaux le nom de chlorurées sulfurées.

Les sulfurées chlorurées sont, en général, calciques ou sulfhydriquées ; elles renferment des sulfates et sont notablement plus minéralisées que les sulfurées pures. Dans les sources où prédominent le chlorure de sodium, qui atteint jusqu'à 6 grammes par litre, le principe sulfureux peut être l'hydrogène sulfuré ou le sulfure de sodium, parfois les deux en même temps.

Eaux sulfurées chlorurées et chlorurées sulfurées.

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	H^2S.	SULFURE DE CALCIUM.	SULFATE DE CHAUX.	SULFATE DE SOUDE.	NaCl.	TOTAL.	TEMP.
FRANÇAISES.	cc.						
Gréoulx . . . . *Guibert.*	0,020	0,044	0,480	0,148	1,290	2,250	19°
Saint-Gervais . . . . . . *Torrent.*	3,040		1,100	1,688	1,776	5,028	39
Uriage	7,344		1,500		6,000		
ÉTRANGÈRES.		SULF^{re} de sod.					
Mehadia (Hongrie) . . *Herculesbad.*		0,080			3,820		44
Aix-la-Chapelle . . . . . *Kaiserquelle.*	0,310	0,010		0,270	2,530		55
Baden (Suisse)	0,060		1,350	0,280	1,620		50
Borcette (Prusse) . . *Victoriaquelle.*		0,001		0,270	2,670		60
Helouan (Égypte)	4,700		0,210		3,200		30
Lostorf (Suisse)	120	0,230			3,020		14
La Puda (Espagne) . . . . . . (froide).							

Nous signalerons encore parmi les eaux chlorurées sulfurées, Tercis (Landes) et Lavey (Suisse).

Dans cette dernière station il n'existe qu'une eau sulfureuse faible qu'on transforme en eau chlorurée pour l'usage externe en y ajoutantune certaine proportion des eaux mères des salines de Bex.

Emploi thérapeutique.

On traite dans ces diverses stations les maladies justiciables de la cure chlorurée sodique et en particulier certaines dermatoses rebelles, les manifestations de la scrofulo-tuberculose et la syphilis grave ou complexe. Elles sont d'autant mieux indiquées dans la scrofule qu'elles sont plus riches en chlorure de sodium. Aussi la station d'Uriage est-elle la mieux appropriée à ce genre de cure. Cette même station, la plus importante parmi les françaises, s'est acquis également une réputation dans le traitement des formes graves de la syphilis. A l'étranger les syphilitiques sont surtout envoyés à Aix-la-Chapelle, où ils sont

soumis pendant la durée de la cure à des frictions mercurielles. Tout ce que nous avons dit du traitement hydrominéral des syphilitiques à propos des sulfurées peut s'appliquer à la cure faite dans les stations chlorurées sulfurées et notamment à Aix-la-Chapelle.

Chlorurées bicarbonatées.

Les *chlorurées bicarbonatées* sont représentées par des eaux dans lesquelles la proportion de bicarbonate de soude est tantôt égale à celle du chlorure de sodium, tantôt supérieure. Aussi Durand-Fardel admet-il parmi les bicarbonatées une classe de bicarbonatées chlorurées. Ces dernières, peu nombreuses et étrangères, ne me paraissent pas pouvoir former une classe distincte de celle dont nous nous occupons en ce moment.

Chlorurées bicarbonatées.

STATIONS. — NOMS DES SOURCES.	CHLOR. SOD.	CHLOR. MAGN.	BICARB. SOUDE.	SULFATE SOUDE.	ACIDE CARB.	TEMP.
FRANÇAISES.						
Saint-Nectaire .... *Parc.*	2,544		2,127	0,168	0,683	19°
S. intermitt.	2,062		1,723	0,133	0,477	45
Royat .... *Eugénie.*	1,728		1,349			35
Vic-le-Comte..............	2,000		2,900	0,200		16-34
Vic-sur-Cère..............	1,550		2,135			
Ben-Laroun (Alger)........						
Châtel-Guyon....... *Gubler.*	1,552	1,583	2,250 b. chaux			
ÉTRANGÈRES.					cc.	
Ems.......... *Kesselbrunnen.*	1,030		1,980		553	48°
Szczawnica (Gallicie) *Magdalenenquelle*..............	4,600		8,400		771	11
Vincenzbrunnen..	2,900		4,200		1687	8
Gleichenberg (Styrie) *Constantinsquelle*............	1,800		3,500		1172	17
Selters (Nassau)	2,300		1,200		1139	31

Les chlorurées bicarbonatées sont les unes, thermales, les autres froides; parfois la même station présente à la fois ces deux variétés d'eaux. La plupart sont rendues gazeuses par la présence d'une proportion plus ou moins considérable d'acide carbonique. Elles se différencient nettement, grâce à leur constitution, des chlorurées pures et des bicarbonatées sodiques pures. Aussi ont-elles des appropriations particulières.

Les eaux françaises se font remarquer par une minéralisation modérée, d'ailleurs suffisante pour leur donner des propriétés bien accentuées; elles ne renferment guère plus de 5 grammes de principes fixes, parfois moins encore. Parmi elles Châtel-Guyon occupe un rang spécial, en raison d'abord de sa richesse en chlorures répartis, à part égale, sur le chlorure de potassium et sur le chlorure de sodium, puis, de ce fait que le bicarbonate de soude y est remplacé par le bicarbonate de chaux. Nous aurions pu ajouter à notre liste La Bourboule qui est aussi une eau chlorurée bicarbonatée, mais la présence dans cette eau d'une forte proportion d'arsenic en constitue le principal caractère.

Vous remarquerez que plusieurs des eaux étrangères de ce groupe ressemblent aux eaux françaises par la modération de leur richesse minérale. Ems et Selters sont dans ce cas, tandis que d'autres sont beaucoup plus riches que les eaux françaises, notamment Szczawnica (Gallicie) qui renferme plus de 8 grammes de bicarbonate de soude.

Ces eaux sont surtout caractérisées par leur action sur le tube digestif; elles font également éprouver une modification importante à la nutrition générale. Effets physiologiques.

Les phénomènes produits sur le tube digestif consis-

tent essentiellement en une action excitatrice que j'ai étudiée sur divers malades à l'aide surtout des sources de Saint-Nectaire. Cette action me paraît être parfaitement appropriée au traitement des gastropathies plus ou moins anciennes, se révélant à l'analyse chimique par un type franchement hypopeptique. Je crois devoir la rattacher aux effets combinés des petites doses de bicarbonate de soude et de chlorure de sodium.

Les modifications de la nutrition générale ont été jusqu'à présent peu étudiées. Je ne connais même pas d'expériences physiologiques entreprises avec ces eaux dont l'importance est cependant considérable.

Les faits cliniques que j'ai observés montrent que les eaux de Saint-Nectaire augmentent l'excrétion azotée et tendent à faire disparaître l'hypoazoturie.

On attribue aux sources du même groupe, surtout quand elles sont chaudes, une action modificatrice sur les sécrétions bronchiques, action qui paraît se rattacher au bicarbonate de soude.

Emploi thérapeutique.

Les maladies justiciables des chlorurées bicarbonatées sont certaines maladies du tube digestif, certaines maladies de la nutrition et quelques affections des muqueuses.

En France, les gastropathies chroniques à type hypopeptique sont traitées avantageusement à Saint-Nectaire dont les eaux déterminent en même temps un remontement de la nutrition. Cette station a acquis également une certaine réputation dans le traitement de l'albuminurie qui, vous le savez, peut avoir pour origine une altération des actes digestifs. Je crois pouvoir dire que la cure de Saint-Nectaire est surtout utile dans l'albuminurie chronique, liée à une néphrite interstitielle.

En cas de constipation prononcée, on choisira de préférence Châtel-Guyon, dont les effets sur l'intestin sont peu intenses, mais manifestes.

Ces eaux sont transportables, de même que celles de Vic-sur-Cère et de Vic-le-Comte.

Les manifestations peu profondes de la scrofule peuvent être traitées par ces eaux. Les dermatoses, et notamment certaines formes d'eczéma, sont justiciables de Royat.

Les stations spécialement recommandées dans les affections chroniques des muqueuses et même dans la tuberculose sont Royat et Ems, où l'on traite également les affections chroniques de l'utérus.

Tandis que les sulfatées pures sont presque toutes des eaux exportées, ne représentant pas de véritables eaux minérales, la seconde classe des sulfatées, celle des sulfatées mixtes, comprend des eaux très intéressantes, ayant tous les caractères d'eaux minérales proprement dites. Il me semble convenable d'y placer toutes les eaux où, à côté des sulfates, se trouvent d'autres agents minéralisateurs en quantité assez notable pour être actifs. Ceux qui y acquièrent habituellement cette importance sont le bicarbonate de soude et le chlorure de sodium. Presque toujours la constitution de ces eaux est très complexe et elle comprend encore d'autres bicarbonates (chaux, magnésie. potasse), du sulfate de chaux, du fer, de l'acide carbonique, de l'azote.

Sulfatées mixtes.

Ce sont des eaux polymétalliques.

Elles proviennent des terrains volcaniques et traversent des couches de marne ou de gypse. La plupart sont froides. Rares en France, les plus importantes sont en Autriche.

Eaux sulfatées sodiques mixtes.

NOMS DES STATIONS ET DES SOURCES.	SULFATE DE SOUDE.	BICARBON. DE SOUDE.	CARBON. DE CHAUX.	SULFATE DE CHAUX.	CHLORURE DE SODIUM.	CO^2	TEMP.
FRANÇAISES.						cc.	
Brides (Savoie)......................	1,16			1,71	1,83		34,5
Santenay (Côte-d'Or)..... *S. lithium*	2,01	·	0,3	0,89	5,63		19
ÉTRANGÈRES.							
Carlsbad...............*Mülhbrunnen*	2,30	2,00			1,00	180	57
Sprudel	2,30	1,90			1,00	104	73
Tarasp (Suisse).....*Bonifacienquelle*	2,20	0,90				1263	6°
Luciusquelle	2,10	3,40	1,5		3,60	1112	6°
Marienbad (Bohême).....*Ferdinands*	5,00	1,28			2,00	1527	9
Kreuzbrunnen	4,90	1,68			1,70	552	11,8
Franzensbad............ *Wiesenquelle*	3,30	1,20			1,21	1200	10
(Bohême)..................*Salzquelle*	2,80	1,10			1,14	840	11
Elster (Saxe)..............*Salzquelle*	5,20	1,60			0,80	980	9
Roohitsch Styrie......*Tempelbrunnen*	2,00	1,00			0,10	1129	10

On remarquera la riche minéralisation de la source de Santenay, notamment en chlorure de lithium.

Les eaux sulfatées mixtes sont de parfaits agents médicamenteux, encore insuffisamment étudiés. L'alliance du sulfate de soude avec le bicarbonate de soude et avec le chlorure de sodium, si remarquable dans quelques-unes, notamment dans la plus importante de toutes, celle de Carlsbad, constitue le mélange médicamenteux le plus propre à influencer les actes de la digestion gastrique.

Les petites doses de ces eaux peuvent être considérées comme excitatrices des secrétions et probablement aussi des mouvements de l'estomac. Les hautes doses ou l'emploi prolongé des doses moyennes sont déprimantes des fonctions gastriques et peuvent conduire à la production d'un état apeptique d'origine médicamenteuse (Voy. *Médication antidyspeptique*).

D'après Wagner, Buchheim, Aubert, le sulfate de soude très dilué se transforme en partie dans l'intestin en sulfate de sodium. C'est ainsi que se produirait, surtout lorsqu'il y a du fer dans l'eau, la coloration vert sombre des garde-robes, notée pendant certaines cures et en particulier à Carlsbad. Rappelez-vous, toutefois, que les sources chaudes de ce genre augmentent l'excrétion de la bile.

Les effets de ces eaux sur la nutrition ont été peu étudiés. Ils se traduiraient, d'après Zülzer, par une diminution dans l'excrétion de l'acide phosphorique, de l'acide sulfurique, de la magnésie et des chlorures. D'autre part Seegen explique une partie de leurs actions thérapeutiques en admettant que ces eaux augmentent l'oxydation des matières hydrocarbonées, hypothèse qui n'a pas encore reçu, que je sache, la sanction de l'expérimentation.

D'après ces observations les eaux sulfatées mixtes se rapprochent au point de vue de leurs effets thérapeutiques des bicarbonatées fortes et elles me paraissent convenir tout particulièrement aux malades atteints d'azoturie. Toutefois, celles de ces eaux qui renferment une forte proportion de chlorure de sodium, comme la source Lithium de Santenay, doivent avoir une action un peu différente des sources où le chlorure de sodium ne dépasse pas 2 pour 1000.

Emploi thérapeutique.

Les eaux sulfatées mixtes sont utilisées dans les maladies du tube digestif et du foie, ainsi que dans les maladies constitutionnelles qui se traduisent par un trouble de la nutrition.

Je n'ai plus à revenir ici sur l'emploi qu'on en peut faire dans les diverses formes de la dyspepsie (Voir *Médication antidyspeptique*). Les gastropathes qui peu-

vent en tirer parti sont dirigés surtout sur Carlsbad ou sur Marienbad. En France, les seules stations qui puissent s'en rapprocher sont Brides et Miers. Les eaux de Brides-les-Bains sont de facile digestion; elles purgent à la dose de 5 à 6 verres et font surtout concurrence à celles de Marienbad. L'eau de Miers est une sulfatée pure, mais trop faible pour pouvoir figurer parmi les purgatives. C'est d'ailleurs une véritable eau minérale qui paraît convenir aux gastropathes gastralgiques et qui mériterait certainement d'être mieux étudiée.

Les maladies du foie justiciables des sulfatées mixtes sont surtout celles qui se rattachent à la lithiase biliaire. Carlsbad tient encore ici la première place.

Les rapports étroits qui existent entre les affections chroniques de l'estomac et de l'intestin et celles du foie, nous permettent de comprendre pourquoi les mêmes eaux conviennent à la fois d'une manière particulière aux unes et aux autres. Et, effectivement les sulfatées réussissent surtout dans les engorgements chroniques du foie (congestion chronique, cirrhose, etc.), consécutifs à la gastrite et à l'entérite chroniques. Le bénéfice qu'on en retire dans la lithiase est plus difficile à expliquer. Il est souvent très remarquable et il se traduit par l'élimination des calculs, presque sans douleur. S'agit-il d'une simple augmentation de la sécrétion biliaire, d'une modification dans la constitution de la bile, de la provocation d'une action réflexe? Il est difficile d'émettre sur les diverses hypothèses soutenables une opinion motivée. L'action antiphlogistique de la médication paraît prendre, en tout cas, une certaine part à l'action thérapeutique. La décongestion du duodénnm et du foie, l'assouplisssement

des voies biliaires et la fluidification de la bile sont effectivement des faits propres à faciliter l'expulsion des calculs.

Les eaux dont nous nous occupons sont encore très employées dans le diabète et dans l'obésité.

Carlsbad attire la clientèle allemande des diabétiques et tend à rivaliser avec Vichy dans la cure de cette affection. Les résultats qu'on en obtient sont cependant fort douteux.

Külz, Kratschmer, Kretschy, Riess, P. Guttmann n'ont pas observé de diminution dans le sucre urinaire pendant la cure; dans quelques cas, l'état des malades a été aggravé.

Les eaux de Carlsbad exerçant sur les fonctions du tube digestif et notamment sur celles de l'estomac des effets encore plus prononcés que ceux que procurent les eaux bicarbonatées sodiques fortes, on ne devra pas les conseiller sans s'être préoccupé de l'état du tube digestif, que les malades se plaignent ou non de leurs digestions. Ce précepte est applicable à tous les malades, qu'il s'agisse d'obèses aussi bien que de diabétiques.

Les sulfatées de Bohème sont en quelque sorte spécialisées; elles attirent la plupart des obèses et tout y est combiné — prescriptions alimentaires et hygiéniques, cure — de manière à produire le dégraissement. Cette sorte de cure, dite de réduction, se fait surtout à Marienbad où les eaux ont une constitution qui en fait un puissant agent thérapeutique.

N'oubliez donc pas qu'une telle cure ne peut être prescrite indifféremment à tous les obèses. L'engraissement ne se produit pas par un procédé uniforme.

La cure de réduction ne peut convenir qu'à une certaine catégorie d'obèses.

Dans ces dernières années, on s'est appliqué à faire de Brides une station rivale de celles de Bohême. Il semble possible, en effet, d'obtenir à Brides des résultats thérapeutiques, mais ce qu'il ne faut pas cacher, c'est que nous manquons d'études sérieuses sur toutes ces eaux dont la minéralisation est cependant riche et puissante. A l'exception de quelques travaux que j'ai cités l'année dernière, à propos de l'action des eaux de Carlsbad sur les fonctions gastriques, presque toute l'histoire des effets physiologiques des eaux sulfatées mixtes reste à faire.

Ces eaux sont encore prescrites dans la cachexie palustre et dans certains états névropathiques.

L'engorgement chronique de la rate d'origine paludique est traité surtout à Carlsbad et à Marienbad. Les névropathes et surtout les femmes rendues telles par une maladie utérine, sont envoyées à Franzensbad où l'on obtient des garde-robes sans produire de véritable purgation et où la cure est dirigée de manière à déterminer un effet à la fois sédatif et tonique.

Je dois, pour terminer, vous signaler quelques groupes d'eaux qui, sans pouvoir constituer chacun respectivement une classe déterminée, se distinguent des autres et méritent d'être l'objet de considérations complémentaires.

Eaux arsénicales.

Quelques hydrologues, au nombre desquels nous trouvons en France, Le Bret, admettent une famille d'eaux arsénicales. Ce groupe est moins naturel que celui des ferrugineuses. Il est assez restreint, et il est composé d'eaux dont la constitution est assez complexe

pour que sa caractéristique chimique soit discutable. Quoi qu'il en soit, il nous paraît suffisant pour le moment, d'attirer l'attention sur les eaux pouvant exercer une action en raison de leur contenu arsénical.

La station la plus remarquable de ce groupe est La Bourboule dont les eaux sont d'ailleurs complexes. Une richesse à peu près égale en bicarbonate de soude et en chlorure de sodium (2,8 de chaque) rapproche La Bourbóule de Saint-Nectaire et de Royat, tandis que la dose élevée de 0,028 d'arséniate de soude, représentant 0,007 d'arsenic, place cette station à part et sert à la caractériser.

La plus arsénicale après La Bourboule est Cransac qui renfermerait 0,009 de sulfure d'arsenic, représentant 0,0063 d'arsenic.

Citons encore Hammam-Meskoutine (Algérie) avec un contenu de 0,0025 à 0,005 d'arséniate, la Dominique de Vals, Bussang, Bouquet (Vichy). Les eaux de Plombières et du Mont-Dore sont trop faiblement minéralisées pour prendre place ici.

A l'étranger, il existe aussi des eaux arsénicales. Les plus riches sont les eaux sulfatées ferrugineuses de Roncegno et de Levico (dans le Tyrol). Les premières contiendraient jusqu'à 0,10 d'arséniate ; celles de Levico de 0,09 à 0,80 d'acide arsénieux.

L'eau de Court-Saint-Étienne, en Belgique, renferme environ 0,0097 d'arséniate de soude.

Ces eaux ont la réputation de procurer sensiblement les mêmes effets thérapeutiques que les préparations arsénicales de la pharmacie. C'est là une vue théorique. Elle est en désaccord avec un travail dans lequel Danjoy a fait voir que l'eau de La Bourboule, administrée à

haute dose, ne détermine pas les effets toxiques des doses équivalentes d'arsenic.

En réalité, la constitution de ces eaux étant complexe, chaque station possède des propriétés particulières qui mériteraient d'être précisées.

A La Bourboule, on traite un grand nombre d'états morbides, dont quelques-uns sont certainement justiciables de la médicamentation par l'arsenic ; mais les appropriations de cette station sont très étendues et relèvent, tout au moins en partie, des autres principes et de la thermalité qui s'élève jusqu'à 60°.

On traite à La Bourboule toutes les formes de la scrofule. Les résultats qu'on y obtient dans cette maladie se rapportent plutôt peut-être au chlorure de sodium qu'à l'arsenic. Les dermatoses, qu'il s'agisse de manifestations scrofuleuses ou dartreuses, en particulier les formes sèches de l'eczéma, le psoriasis sont heureusement modifiées dans cette station. Parmi les affections des voies respiratoires, l'asthme, sec ou humide, est celle qu'on y traite le plus avantageusement.

Les eaux de La Bourboule sont désignées par leur constitution comme particulièrement aptes à produire d'heureux effets dans les maladies de l'appareil hématopoiétique, soit dans les anémies graves, l'adénie, la leucocythémie. Il serait très intéressant de posséder sur ce point des renseignements précis.

Enfin La Bourboule réclame encore la clientèle des diabétiques.

Eaux azotées. Les *azotées* n'ont guère été admises jusqu'à présent que par divers médecins espagnols. Elles comprennent les eaux à minéralisation faible ou presque nulle qui servent aux inhalations d'azote dont je vous ai précé-

demment entretenus. En l'absence de notions plus précises sur le rôle de l'azote dissous ou gazeux, il serait prématuré d'admettre l'existence d'une famille d'eaux azotées.

Eaux iodo-bromurées.

Les eaux *iodo-bromurées* peuvent être rattachées aux eaux chlorurées sodiques. Cependant, en se conformant à ce principe, on est obligé de signaler comme restant en dehors de ce classement l'eau de Saxon (Suisse, Valais) qui ne renferme pas de chlorures. Sur 0,948 de matières fixes on y trouve 0,11 d'iodure de calcium et de magnésium (0,00937 d'iode) et 0,041 de bromure de calcium et de magnésium (0,0324 de brome).

On ne peut évidemment constituer une famille avec cette seule eau qui se conserve d'ailleurs facilement et est surtout exportée. Elle est employée dans la tuberculose et dans certaines maladies de la peau.

Eaux lithinées.

Les eaux *lithinées* comprennent un nombre assez élevé d'eaux de constitution variable et appartenant à diverses familles. La présence de la lithine n'en constitue pas moins un caractère intéressant sur lequel on a eu raison d'attirer l'attention des médecins.

Le lithium a été découvert par Truchot dans certaines eaux d'Auvergne et en particulier dans celles de Royat. Comme cette base joue un rôle dans le traitement de la gravelle et de la goutte et, d'une manière générale, dans tous les états pathologiques qui semblent être sous la dépendance de l'uricémie, divers hydrologues lui ont attribué une part importante dans les résultats produits par certaines cures.

Il suffira, pour tenir compte de l'intérêt qui s'attache à la présence de la lithine dans les eaux minérales, de vous présenter le tableau des eaux françaises et étrangères qui en renferment la plus forte pro-

portion. J'emprunte en partie ce tableau à Truchot et Fredet.

Estimation en chlorure de lithium.

	milligr.
Santenay (S. Lithium)	111
Royat (Saint-Mart)	35
Châteauneuf	35
Les Roches	33
Saint-Alyre	31
Médagne, eau de l'Ours	30
Châtel-Guyon	28
Saint-Nectaire	22
La Bourboule	18
Mont-Dore	8

EAUX ÉTRANGÈRES.

Salzschlirf (Hesse)	160	(chlor.)
Salvator (Hongrie)	80	—
Quelques sources de Baden-Baden	30	—
Klausen et Szliacs	38	(carbon.)

Cure thermale.

A la fin de cette étude forcément rapide, je désire encore vous présenter quelques considérations sur l'importance qu'on doit attacher à la cure par les eaux minérales.

Cette cure, par ses éléments complexes, est propre à déterminer des modifications profondes et durables de la nutrition et, par conséquent, à agir d'une manière efficace dans les maladies dites constitutionnelles, où l'on doit s'appliquer à produire une sorte de rénovation de l'organisme. En raison de l'intensité de l'action thérapeutique déterminée par la cure d'eau minérale, le médecin qui fait choix d'une station prend donc une détermination grave : il en pourra résulter un grand bien, mais aussi parfois, il ne faut pas l'oublier, un effet déplorable.

Le problème à résoudre exige une connaissance appro-

fondie du malade, un diagnostic précis, et, d'autre part, la possession de notions nettes sur la valeur des stations.

On devra surtout s'appliquer, dans l'examen qui sera fait du malade, à déterminer avec soin l'état de la nutrition générale et celui du fonctionnement du tube digestif. J'ajoute qu'il faudra tenir compte également du mode de réaction nerveuse de chaque malade. Ce sont là les trois recommandations les plus importantes, au point de vue pratique, qui puissent trouver place dans les généralités que je vous présente.

Pour ce qui est des stations, le choix est grand et il m'aurait été facile de vous en citer un nombre beaucoup plus considérable. Mais j'estime qu'il vaut mieux s'attacher à bien connaître les principales stations qu'à retenir la liste complète de toutes les eaux minérales de l'Europe. Il y a toujours un réel avantage à s'adresser aux stations de premier ordre, à celles dont l'installation est la meilleure, dont les effets sont le mieux connus, où les malades peuvent trouver du confort, de la distraction et par-dessus tout une bonne direction médicale. L'important est de prendre en sérieuse considération la spécialité de chacune de ces stations. Si chaque station, envisagée isolément, paraît pouvoir être appliquée au traitement d'états très divers, il n'en est pas moins certain qu'en réalité elle n'acquiert une supériorité marquée que dans un nombre restreint de ces cas, parfois même elle est appropriée d'une manière toute spéciale à une forme ou à une phase évolutive d'une des maladies chroniques qui en sont justiciables. Le rhumatisme, la goutte, la scrofulo-tuberculose réclament des cures variables avec leurs formes, leurs diverses époques d'évolution.

Après le choix de la station, viendra la direction à donner à la cure. Il faut être prévenu que le mode d'administration des eaux, et, d'une manière générale, la conduite de la cure, peuvent avoir la plus grande importance sur le résultat obtenu.

Les mêmes eaux suivant la manière dont elles sont administrées, *intus et extra*, sont capables de déterminer chez le même individu des effets très différents.

Le médecin consulté sur le choix d'une station pourra indiquer le genre d'effets à produire ; mais la direction même de la cure, les détails relatifs au choix des moyens, aux doses, etc., concernent uniquement le médecin de station dont l'intervention est toujours indispensable.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE LEÇON

Etude des agents thermiques.

DEUXIÈME LEÇON

Agents thermiques (suite).

TROISIÈME LEÇON

Agents thermiques (suite).

QUATRIÈME LEÇON

Agents thermiques (suite).

CINQUIÈME LEÇON

Agents thermiques (suite).

SIXIÈME LEÇON

Agents thermiques (suite).

SEPTIÈME LEÇON.

Agents thermiques (suite).

HUITIÈME LEÇON

Agents thermiques (suite et fin).

NEUVIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation.

DIXIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

ONZIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

DOUZIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

TREIZIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

QUATORZIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

QUINZIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

SEIZIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

DIX-SEPTIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

VINGT-TROISIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

VINGT-QUATRIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

VINGT-CINQUIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

VINGT-SIXIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (suite).

VINGT-SEPTIÈME LEÇON

Electricité. — Electrisation (fin).

VINGT-HUITIÈME LEÇON

Pression atmosphérique utilisée comme agent thérapeutique.

VINGT-NEUVIÈME LEÇON

Pression atmosphérique utilisée comme agent thérapeutique (suite).

TRENTIÈME LEÇON

Des climats.

TRENTE ET UNIÈME LEÇON

Des climats (suite).

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON

Des climats (suite).

TRENTE-TROISIÈME LEÇON

Des climats (suite).

TRENTE-QUATRIÈME LEÇON

Des climats (suite et fin).

TRENTE-CINQUIÈME LEÇON

Eaux minérales.

TRENTE-SIXIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite).

TRENTE-SEPTIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite).

TRENTE-HUITIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite).

TRENTE-NEUVIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite).

QUARANTIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite).

QUARANTE ET UNIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite)

QUARANTE-DEUXIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite)

QUARANTE-TROISIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite)

QUARANTE-QUATRIÈME LEÇON

Eaux minérales (suite)

QUARANTE-CINQUIÈME LEÇON

Eaux minérales (fin)

TABLE ALPHABÉTIQUE

6154-1893. — Corbeil. Imprimerie Éd. Crété.


CARTE DES EAUX MINÉRALES
ET DES
STATIONS CLIMATÉRIQUES ET DE BAINS DE MER
DE LA FRANCE
et de
L'EUROPE CENTRALE
Rouge — Eaux minérales ou Bains de mer
Bleu — Stations climatériques
LA MANCHE
Golfe de Gascogne
Golfe du Lion
Golfe de Gênes
Bouches de Bonifacio
CORSE
Canal de Bristol
BRISTOL
LONDRES
AMSTERDAM
LA HAYE
BERLIN
BRESLAU
PRAGUE
VIENNE
MUNICH
Ratisbonne
Cherbourg
LE HAVRE
ROUEN
REIMS
Nancy
Orléans
Bourges
Dijon
NANTES
BORDEAUX
LYON
Avignon
MARSEILLE
TOULON
NICE
TURIN
MILAN
GÊNES
FLORENCE
LIVOURNE
ROME
NAPLES
VENISE
Ancône
BARCELONE
Burgos
Santander
Bayonne
Biarritz
Pau
Ajaccio
I. d'Elbe
Iles d'Hyères
Belle Ile
I. de Ré
I. d'Oleron
I. d'Ouessant
I. Guernesey
I. de Jersey

